云栖社区 系列丛书

HZ BOOKS 华章IT

RocketMQ

实战与原理解析

杨开元◎著

阿里巴巴数据专家/RocketMQ源码贡献者撰写，RocketMQ官方开发团队鼎力推荐

APACHE ROCKETMQ

PRINCIPLE AND PRACTICE

机械工业出版社
China Machine Press

内容简介

本书由云栖社区官方出品。

作者是阿里资深数据专家，对RocketMQ有深入的研究，并有大量的实践经验。在写这本书之前，作者不仅系统、深入地阅读了RocketMQ的源代码，而且还向RocketMQ的官方开发团队深入了解了它的诸多设计细节。作者结合自己多年使用RocketMQ的经验，从开发和运维两个维度，给出了大部分场景下的优秀实践，能帮助读者在学会使用和用好RocketMQ的同时，尽量少“踩坑”。同时，本书也结合源码分析了分布式消息队列的原理，使读者可以在复杂业务场景下定制有特殊功能的消息队列。

全书共13章，在逻辑上分为两大部分。

第一部分（第1~8章）：RocketMQ实战

第1~2章详细讲解了RocketMQ如何快速入门，以及在生产环境下的配置和使用；

第3~4章具体讲解了不同类型生产者和消费者的特点，以及分布式消息队列的协调者NameServer；

第5章从消息的存储、发送、复制和高可用等多个维度讲解了RocketMQ的内部机制；

第6章讨论了消息的可靠性，以及如何让消息队列在满足业务逻辑需求的同时稳定、可靠地长期运行；

第7章讨论了在大流量场景下，吞吐量优先时RocketMQ的使用方法；

第8章介绍了RocketMQ与SpringBoot、Spark、Flink以及自定义的运维工具等其他系统的对接方法；

第二部分（第9~13章）：RocketMQ原理

首先对RocketMQ的源码结构进行了整体介绍，然后深入分析了NameServer、各种常用消费类、主从同步机制，以及基于Netty的通信的源码实现。掌握这些源代码以后，读者可以快速定制属于自己的具有特殊功能的消息中间件。

华章IT
HZBOOKS | Information Technology

云栖社区 系列丛书

APACHE ROCKETMQ
PRINCIPLE AND PRACTICE

RocketMQ
实战与原理解析

杨开元◎著

机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目（CIP）数据

RocketMQ 实战与原理解析 / 杨开元著 . —北京：机械工业出版社，2018.5
（云栖社区系列）

ISBN 978-7-111-60025-1

I. R… II. 杨… III. 计算机网络—软件工具 IV. TP393.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 109610 号

RocketMQ 实战与原理解析

出版发行：机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码：100037）
责任编辑：张锡鹏 责任校对：殷 虹
印 刷：北京市兆成印刷有限责任公司 版 次：2018 年 6 月第 1 版第 1 次印刷
开 本：186mm × 240mm 1/16 印 张：10.5
书 号：ISBN 978-7-111-60025-1 定 价：59.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
客服热线：（010）88379426 88361066 投稿热线：（010）88379604
购书热线：（010）68326294 88379649 68995259 读者信箱：hzit@hzbook.com

Forword 推 荐 序

在阿里巴巴技术发展初期，伴随着淘宝业务的快速发展，网站流量呈现几何级增长。单体巨无霸式的应用无法处理爆发式增长的流量，阿里内部从业务、组织层面进行了一次大的水平与垂直切分，拆分出用户中心、商品中心、交易中心、评价中心等平台型应用，分布式电商系统的雏形由此诞生。阿里的消息引擎就是在这样的大背景下诞生的，并被应用于各个应用系统之间的异步解耦和削峰填谷。

从最初的日志传输领域到后来阿里集团全维度在线业务的支撑，RocketMQ被广泛用于交易、数据同步、缓存同步、IM 通讯、流计算、IoT 等场景。在近几年的双 11 全球狂欢节中，RocketMQ 以万亿级的消息总量支撑了全集团 3000 多个应用，为复杂的业务场景提供了系统解耦、削峰填谷的能力，保障了核心交易链路消息流转的低延迟、高吞吐，为阿里集团大中台的稳定性发挥了举足轻重的作用。

为了更好地发展 RocketMQ 社区生态，2016 年双 11 前后，阿里巴巴将 RocketMQ 捐赠给 Apache 基金会，吸引了全球的开源爱好者参与到 RocketMQ 社区中，并于 2017 年 9 月成为 Apache 基金会的顶级项目。在开源社区的帮助下，RocketMQ 具备了对接主流大数据流计算平台、离在线数据处理以及对接存储平台的能力。

本书介绍了分布式消息中间件 RocketMQ 的方方面面，作者为大数据领域的技术专家，在分布式领域具有很丰富的理论积累和实战经验。书如其人，书中各章节尽展实战经验，庖丁解牛般剖析了 Apache RocketMQ 的原理和架构设计。本书深入浅出地分析了 RocketMQ 的整体架构，分享了部署和运维的经验，涵盖 RocketMQ 的核心特性——高可用、高可靠机制，以及开源生态等。

本书作为国内首本全面解析 Apache RocketMQ 的书籍，对于希望了解 RocketMQ 技术内幕，以及想要掌握分布式系统设计理念的技术人员来说的确不容错过。

——周新宇，Apache RocketMQ 项目管理委员会成员

Preface 前　言

为什么要写这本书

几年前在做一个项目的时候，若需要用到消息队列，简单调研一下就会决定用 Kafka，因为当时还不知道有 RocketMQ。在我加入阿里后，当时有个项目需要用到消息中间件，试用了 RocketMQ，发现阿里开源的消息中间件性能非常强大，但是上手有点费劲，因为现有文档多是零零散散的博文。在没有合适文档指导的情况下，对系统中用到的 RocketMQ 模块心里没底，系统偶尔出现异常时总会束手无策，需要通过查看很多源码，才能保证系统的稳定运行。

熟悉 RocketMQ 以后，我发现它是一款非常优秀的中间件产品，可以确保不丢消息，而且效率很高。同时因为它是用 Java 开发的，所以修改起来比较容易。在阿里内部，RocketMQ 很好地服务了集团大大小小上千个应用，在每年的双十一当天，更有不可思议的万亿级消息通过 RocketMQ 流转（在 2017 年的双 11 当天，整个阿里巴巴集团通过 RocketMQ 流转的线上消息达到了万亿级，峰值 TPS 达到 5600 万），在阿里大中台策略上发挥着举足轻重的作用。所以如果有合适的参考文档，RocketMQ 会被更多人接受和使用，让更多人不必重复造“轮子”。

我做了很多年开发，在学校课本上学的开发知识有限，大多数是通过看书和上网学到的，其中很多优秀的文章对自己帮助很大。所以我很希望能用这本书回馈技术社区中有需要的开发者们。

动笔写这本书前，我系统地阅读了 RocketMQ 的源码，有些理解不够透彻的地方请教了阿里 RocketMQ 开发团队的同事，然后也总结了自己多年实际工作中的一些经验。希望这本书能简明扼要地说清楚 RocketMQ 的使用方法和核心原理。

读者对象

- 希望学习分布式系统或分布式消息队列的开发人员。
- 服务端系统开发者，他们可以借助高质量中间件来提高开发效率。
- 软件架构师，他们可以通过消息队列优化复杂系统的设计。

本书特色

本书系统地介绍了 RocketMQ 这款优秀的分布式消息队列软件，通过阅读本书，读者可以快速把 RocketMQ 应用到自己的项目中，也可以通过更改源码定制符合自身业务的消息中间件。

如何阅读本书

本书分为两大部分：

第一部分是 RocketMQ 实战，包括第 1～8 章。这是本书的主体内容，可帮助读者快速用好 RocketMQ 这个分布式消息队列。

这部分是按照由浅入深的方式撰写的，为了让读者快速上手，首先介绍了搭建一个简单 RocketMQ 集群的方法，以此来发送和接收消息；然后详细介绍了如何用好 Consumer 和 Producer，如何选择合适的类以及进行参数设置；再进一步根据应用，说明如何让 RocketMQ 在各种异常情况下保持稳定可靠，以及如何增大 RocketMQ 的吞吐量，从而在单位时间内处理更多的消息。

第二部分是源码分析，包括第 9～13 章。当读者有特殊的业务需求，需要更改或扩展 RocketMQ 现有功能的时候，这部分内容能帮助读者快速熟悉源码，找到要下手更改的地方，快速实现想要的功能。

这部分也适合想通过源码，深入学习消息队列的读者阅读。学习别人优秀的代码是提升自己技术水平的一条有效途径。

勘误和支持

由于水平有限，编写时间仓促，书中难免会出现一些错误或者不准确的地方，恳请读者批评指正。有任何的意见或建议，都可以通过邮箱 rocketmqqa@163.com 和我联系，真挚期待你的反馈。

致谢

写技术书籍很耗费时间，加之互联网行业快节奏的工作方式，导致我写这本书的时间大多是在周末和夜晚。在此感谢家人对我的支持和理解，尤其感谢我的妻子，没有她对家庭的照顾和对我的鼓励，这本书是无法完成的。

感谢阿里消息中间件团队的 Leader 王小瑞，是你从技术和写作思路上给我很大的帮助。感谢消息中间件团队的其他同学，你们为开源社区贡献了一个高质量的软件，你们写的很多高质量博文使开发者更容易理解 RocketMQ。

感谢机械工业出版社的编辑杨福川、张锡鹏，感谢云栖社区的刁云怡，阿里的校友耿嘉安，是你们始终支持我的写作，你们的引导和帮助使我能顺利完成全部书稿。

谨以本书献给我最亲爱的家人，以及众多热爱软件开发工作的朋友们！

杨开元

目　录 *Contents*

推荐序
前言

第 1 章　快速入门……1

1.1　消息队列功能介绍……1
1.1.1　应用解耦……1
1.1.2　流量消峰……2
1.1.3　消息分发……3
1.2　RocketMQ 简介……4
1.3　快速上手 RocketMQ……4
1.3.1　RocketMQ 的下载、安装和配置……5
1.3.2　启动消息队列服务……6
1.3.3　用命令行发送和接收消息……6
1.3.4　关闭消息队列……6
1.4　本章小结……7

第 2 章　生产环境下的配置和使用…8

2.1　RocketMQ 各部分角色介绍……8
2.2　多机集群配置和部署……9
2.2.1　启动多个 NameServer 和 Broker……10
2.2.2　配置参数介绍……11
2.3　发送 / 接收消息示例……13
2.4　常用管理命令……15
2.5　通过图形界面管理集群……21
2.6　本章小结……22

第 3 章　用适合的方式发送和接收消息……23

3.1　不同类型的消费者……23
3.1.1　DefaultMQPushConsumer 的使用……23
3.1.2　DefaultMQPushConsumer 的处理流程……25
3.1.3　DefaultMQPushConsumer 的流量控制……28
3.1.4　DefaultMQPullConsumer……30

3.1.5 Consumer 的启动、关闭流程 ····· 32
3.2 不同类型的生产者 ····· 33
3.2.1 DefaultMQProducer ····· 34
3.2.2 发送延迟消息 ····· 36
3.2.3 自定义消息发送规则 ····· 36
3.2.4 对事务的支持 ····· 37
3.3 如何存储队列位置信息 ····· 38
3.4 自定义日志输出 ····· 42
3.5 本章小结 ····· 44

第 4 章 分布式消息队列的协调者 ····· 45

4.1 NameServer 的功能 ····· 45
4.1.1 集群状态的存储结构 ····· 46
4.1.2 状态维护逻辑 ····· 47
4.2 各个角色间的交互流程 ····· 48
4.2.1 交互流程源码分析 ····· 48
4.2.2 为何不用 ZooKeeper ····· 50
4.3 底层通信机制 ····· 50
4.3.1 Remoting 模块 ····· 51
4.3.2 协议设计和编解码 ····· 54
4.3.3 Netty 库 ····· 56
4.4 本章小结 ····· 56

第 5 章 消息队列的核心机制 ····· 57

5.1 消息存储和发送 ····· 57
5.2 消息存储结构 ····· 58
5.3 高可用性机制 ····· 60
5.4 同步刷盘和异步刷盘 ····· 61
5.5 同步复制和异步复制 ····· 62
5.6 本章小结 ····· 63

第 6 章 可靠性优先的使用场景 ····· 64

6.1 顺序消息 ····· 64
6.1.1 全局顺序消息 ····· 64
6.1.2 部分顺序消息 ····· 65
6.2 消息重复问题 ····· 67
6.3 动态增减机器 ····· 67
6.3.1 动态增减 NameServer ····· 67
6.3.2 动态增减 Broker ····· 69
6.4 各种故障对消息的影响 ····· 70
6.5 消息优先级 ····· 72
6.6 本章小结 ····· 73

第 7 章 吞吐量优先的使用场景 ····· 74

7.1 在 Broker 端进行消息过滤 ····· 74
7.1.1 消息的 Tag 和 Key ····· 74
7.1.2 通过 Tag 进行过滤 ····· 75
7.1.3 用 SQL 表达式的方式进行过滤 ····· 75
7.1.4 Filter Server 方式过滤 ····· 77
7.2 提高 Consumer 处理能力 ····· 78
7.3 Consumer 的负载均衡 ····· 80

7.3.1 DefaultMQPushConsumer 的负载均衡 ····· 80
7.3.2 DefaultMQPullConsumer 的负载均衡 ····· 81
7.4 提高 Producer 的发送速度 ····· 83
7.5 系统性能调优的一般流程 ····· 85
7.6 本章小结 ····· 87

第 8 章 和其他系统交互 ····· 88

8.1 在 SpringBoot 中使用 RocketMQ ····· 88
8.1.1 直接使用 ····· 88
8.1.2 通过 Spring Messaging 方式使用 ····· 90
8.2 直接使用云上 RocketMQ ····· 91
8.3 RocketMQ 与 Spark、Flink 对接 ····· 93
8.4 自定义开发运维工具 ····· 93
8.4.1 开源版本运维工具功能介绍 ····· 94
8.4.2 基于 Tools 模块开发自定义运维工具 ····· 95
8.5 本章小结 ····· 96

第 9 章 首个 Apache 中间件顶级项目 ····· 97

9.1 RocketMQ 的前世今生 ····· 97
9.2 Apache 顶级项目（TLP）之路 ··· 98
9.3 源码结构 ····· 99
9.4 不断迭代的代码 ····· 100
9.5 本章小结 ····· 102

第 10 章 NameServer 源码解析 ····· 103

10.1 模块入口代码的功能 ····· 103
10.1.1 入口函数 ····· 103
10.1.2 解析命令行参数 ····· 104
10.1.3 初始化 NameServer 的 Controller ····· 105
10.2 NameServer 的总控逻辑 ····· 106
10.3 核心业务逻辑处理 ····· 107
10.4 集群状态存储 ····· 109
10.5 本章小结 ····· 111

第 11 章 最常用的消费类 ····· 112

11.1 整体流程 ····· 112
11.1.1 上层接口类 ····· 112
11.1.2 DefaultMQPushConsumer 的实现者 ····· 114
11.1.3 获取消息逻辑 ····· 116
11.2 消息的并发处理 ····· 118
11.2.1 并发处理过程 ····· 118
11.2.2 ProcessQueue 对象 ····· 121
11.3 生产者消费者的底层类 ····· 122
11.3.1 MQClientInstance 类的创建规则 ····· 122

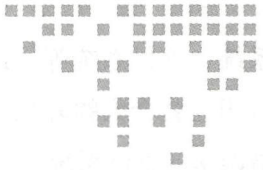
11.3.2 MQClientInstance 类的功能……124
11.4 本章小结……127

第 12 章 主从同步机制……128

12.1 同步属性信息……128
12.2 同步消息体……130
12.3 sync_master 和 async_master…132
12.4 本章小结……134

第 13 章 基于 Netty 的通信实现…135

13.1 Netty 介绍……135
13.2 Netty 架构总览……136
13.2.1 重新实现 ByteBuffer……136
13.2.2 统一的异步 I/O 接口……137
13.2.3 基于拦截链模式的事件模型……138
13.2.4 高级组件……139
13.3 Netty 用法示例……140
13.3.1 Discard 服务器……140
13.3.2 查看收到的数据……144
13.4 RocketMQ 基于 Netty 的通信功能实现……145
13.4.1 顶层抽象类……145
13.4.2 自定义协议……148
13.4.3 基于 Netty 的 Server 和 Client……151
13.5 本章小结……152



第 1 章 Chapter 1

快速入门

本章可以让读者了解 RocketMQ 和分布式消息队列的功能，然后搭建好单机版的消息队列，进而能够发送并接收简单的消息。

1.1 消息队列功能介绍

简单来说，消息队列就是基础数据结构课程里“先进先出”的一种数据结构，但是如果要消除单点故障，保证消息传输的可靠性，并且还能应对大流量的冲击，对消息队列的要求就很高了。现在互联网“微架构”模式兴起，原有大型集中式的 IT 服务因为各种弊端，通常被分拆成细粒度的多个“微服务”，这些微服务可以在一个局域网内，也可能跨机房部署。一方面对服务之间松耦合的要求越来越高，另一方面，服务之间的联系却越来越紧密，对通信质量的要求也越来越高。分布式消息队列可以提供应用解耦、流量消峰、消息分发等功能，已经成为大型互联网服务架构里标配的中间件。

1.1.1 应用解耦

复杂的应用里会存在多个子系统，比如在电商应用中有订单系统、库存系

统、物流系统、支付系统等。这个时候如果各个子系统之间的耦合性太高，整体系统的可用性就会大幅降低。多个低错误率的子系统强耦合在一起，得到的是一个高错误率的整体系统。

以电商应用为例，用户创建订单后，如果耦合调用库存系统、物流系统、支付系统，任何一个子系统出了故障或者因为升级等原因暂时不可用，都会造成下单操作异常，影响用户使用体验。

如图 1-1 所示，当转变成基于消息队列的方式后，系统可用性就高多了，比如物流系统因为发生故障，需要几分钟的时间来修复，在这几分钟的时间里，物流系统要处理的内容被缓存在消息队列里，用户的下单操作可以正常完成。当物流系统恢复后，补充处理存储在消息队列里的订单信息即可，终端用户感知不到物流系统发生过几分钟的故障。

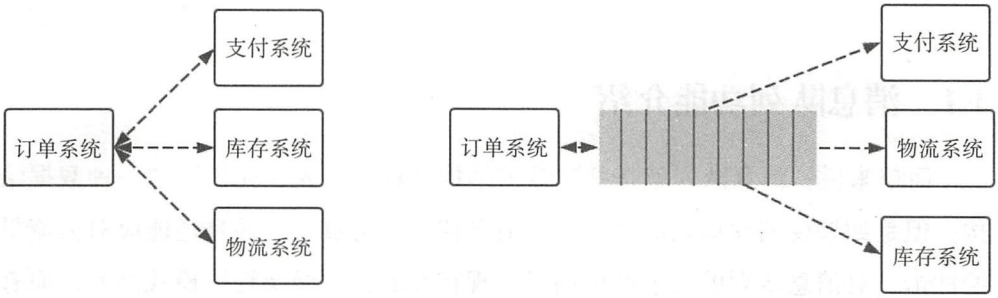


图 1-1　消息队列的解耦功能

1.1.2 流量消峰

每年的双十一，淘宝的很多活动都在 0 点的时候开启，大部分应用系统流量会在瞬间猛增，这个时候如果没有缓冲机制，不可能承受住短时大流量的冲击。通过利用消息队列，把大量的请求暂存起来，分散到相对长的一段时间内处理，能大大提高系统的稳定性和用户体验。

举个例子，如果订单系统每秒最多能处理一万次下单，这个处理能力应对

正常时段的下单是绰绰有余的，正常时段我们下单后一秒内就能返回结果。在双十一零点的时候，如果没有消息队列这种缓冲机制，为了保证系统稳定，只能在订单超过一万次后就不允许用户下单了；如果有消息队列做缓冲，我们可以取消这个限制，把一秒内下的订单分散成一段时间来处理，这时有些用户可能在下单后十几秒才能收到下单成功的状态，但是也比不能下单的体验要好。

使用消息队列进行流量消峰，很多时候不是因为能力不够，而是出于经济性的考量。比如有的业务系统，流量最高峰也不会超过一万 QPS，而平时只有一千左右的 QPS。这种情况下我们就可以用个普通性能的服务器（只支持一千左右的 QPS 就可以），然后加个消息队列作为高峰期的缓冲，无须花大笔资金部署能处理上万 QPS 的服务器。

1.1.3 消息分发

在大数据时代，数据对很多公司来说就像金矿，公司需要依赖对数据的分析，进行用户画像、精准推送、流程优化等各种操作，并且对处理的实时性要求越来越高。数据是不断产生的，各个分析团队、算法团队都要依赖这些数据来进行工作，这个时候有个可持久化的消息队列就非常重要。数据的产生方只需要把各自的数据写入一个消息队列即可，数据使用方根据各自需求订阅感兴趣的数据，不同数据团队所订阅的数据可以重复也可以不重复，互不干扰，也不必和数据产生方关联。

如图 1-2 所示，各个子系统将日志数据不停地写入消息队列，不同的数据处理系统有各自的 Offset，互不影响。甚至某个团队处理完的结果数据也可以写入消息队列，作为数据的产生方，供其他团队使用，避免重复计算。在大数据时代，消息队列已经成为数据处理系统不可或缺的一部分。

除了上面列出的应用解耦、流量消峰、消息分发等功能外，消息队列还有保证最终一致性、方便动态扩容等功能。

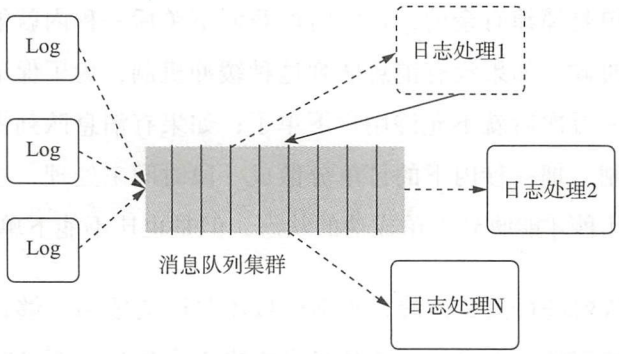


图 1-2 消息队列的消息分发功能

1.2 RocketMQ 简介

阿里的消息中间件有很长的历史，从 2007 年的 Notify 到 2010 年的 Napoli，2011 年升级后改为 MetaQ，然后到 2012 年开始做 RocketMQ，RocketMQ 使用 Java 语言开发，于 2016 年开源。第一代的 Notify 主要使用了推模型，解决了事务消息；第二代的 MetaQ 主要使用了拉模型，解决了顺序消息和海量堆积的问题。RocketMQ 基于长轮询的拉取方式，兼有两者的优点。

每一次产品迭代，都吸取了之前的经验教训，目前 RocketMQ 已经成为 Apache 顶级项目。在阿里内部，RocketMQ 很好地服务了集团大大小小上千个应用，在每年的双十一当天，更有不可思议的万亿级消息通过 RocketMQ 流转（在 2017 年的双十一当天，整个阿里巴巴集团通过 RocketMQ 流转的线上消息达到了万亿级，峰值 TPS 达到 5600 万），在阿里大中台策略上发挥着举足轻重的作用。

此外，RocketMQ 是使用 Java 语言开发的，比起 Kafka 的 Scala 语言和 RabbitMQ 的 Erlang 语言，更容易找到技术人员进行定制开发。

1.3 快速上手 RocketMQ

本节介绍如何安装配置单机版的 RocketMQ，以及简单地收发消息。读者

也可以参考 RocketMQ 官网的说明文档。

1.3.1 RocketMQ 的下载、安装和配置

RocketMQ 的 Binary 版是一些编译好的 jar 和辅助的 shell 脚本，可以直接从官网找到下载链接（http://rocketmq.apache.org/dowloading/releases/），也可以下载源码自己编译。

系统要求：64bit 的 Linux、Unix 或 Mac。Java 版本大于等于 JDK1.8。如果需要从 GitHub 上下载源码和编译的话，需要安装 Maven 3.2.x 和 Git。

RocketMQ 当前的最新版本是 4.2.0，下面以 Binary 版本为例说明如何快速使用：

```
> unzip rocketmq-all-4.2.0-bin-release.zip -d ./rocketmq-all-4.2.0-binls
> cd rocketmq-all-4.2.0-bin/
```

里面含有以下内容：

```
LICENSE  NOTICE  README.md  benchmark/  bin/   conf/  lib/
```

LICENSE、NOTICE 和 README.md 包括一些版权声明和功能说明信息；benchmark 里包括运行 benchmark 程序的 shell 脚本；bin 文件夹里含有各种使用 RocketMQ 的 shell 脚本（Linux 平台）和 cmd 脚本（Windows 平台），比如常用的启动 NameServer 的脚本 mqnamesrv，启动 Broker 的脚本 mqbroker，集群管理脚本 mqadmin 等；conf 文件夹里有一些示例配置文件，包括三种方式的 broker 配置文件、logback 日志配置文件等，用户在写配置文件的时候，一般基于这些示例配置文件，加上自己特殊的需求即可；lib 文件夹里包括 RocketMQ 各个模块编译成的 jar 包，以及 RocketMQ 依赖的一些 jar 包，比如 Netty、commons-lang、FastJSON 等。

1.3.2 启动消息队列服务

启动单机的消息队列服务比较简单，不需要写配置文件，只需要依次启动本机的 NameServer 和 Broker 即可。

启动 NameServer：

```
> nohup sh bin/mqnamesrv &
> tail -f ~/Logs/rocketmqLogs/namesrv.Log
The Name Server boot success...
```

启动 Broker：

```
> nohup sh bin/mqbroker -n localhost:9876&
> tail -f ~/Logs/rocketmqLogs/broker.Log
The broker[%s, 192.168.0.233:10911] boot success...
```

1.3.3 用命令行发送和接收消息

为了快速展示发送和接收消息，本节展示的是用命令行发送和接收消息，实际上就是运行写好的 demo 程序，后续我们可以参考这些 demo 来写自己的发送和接收程序。

运行示例程序，发送和接收消息：

```
 > export NAMESRV_ADDR=localhost:9876
 > sh bin/tools.sh org.apache.rocketmq.example.quickstart.Producer
SendResult [sendStatus=SEND_OK, msgId= ...

> sh bin/tools.sh org.apache.rocketmq.example.quickstart.Consumer
ConsumeMessageThread_%d Receive New Messages: [MessageExt...
```

1.3.4 关闭消息队列

消息队列被启动后，如果不主动关闭，则会一直在后台运行，占用系统资源。我们有专门用来关闭 NameServer 和 Broker 的命令。

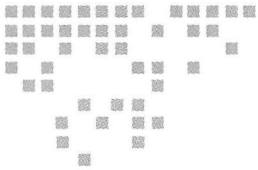
关闭 NameServer 和 Broker：

```
> sh bin/mqshutdown broker
The mqbroker(36695) is running...
Send shutdown request to mqbroker(36695) OK

> sh bin/mqshutdown namesrv
The mqnamesrv(36664) is running...
Send shutdown request to mqnamesrv(36664) OK
```

恭喜，现在你已经能够使用 RocketMQ 发送并接收消息了，使用消息队列的基本功能就是这么简单。

1.4 本章小结

本章介绍了消息队列的功能，以及 RocketMQ 这个消息队列从阿里诞生的历史。然后基于快速上手的目的，本章直接给出了一些命令示例，读者跟着操作即可快速启动一个 RocketMQ 服务，并且可以尝试发送和接收简单的消息。有了本章的初步体验后，下一章将介绍如何在生产环境使用 RocketMQ。



Chapter 2 第 2 章

生产环境下的配置和使用

本章的目的是带领读者快速将 RocketMQ 应用到生产环境中，因此不会探究原理和细节。本章会先介绍 RocketMQ 的各个角色，然后介绍如何搭建一个高可用的分布式消息队列集群，以及 RocketMQ 的 Consumer 和 Producer 的使用方法与常用命令。

2.1 RocketMQ 各部分角色介绍

RocketMQ 由四部分组成，先来直观地了解一下这些角色以及各自的功能。分布式消息队列是用来高效地传输消息的，它的功能和现实生活中的邮局收发信件很类似，我们类比地说一下相应的模块。现实生活中的邮政系统要正常运行，离不开下面这四个角色，一是发信者，二是收信者，三是负责暂存、传输的邮局，四是负责协调各个地方邮局的管理机构。对应到 RocketMQ 中，这四个角色就是 Producer、Consumer、Broker 和 NameServer。

启动 RocketMQ 的顺序是先启动 NameServer，再启动 Broker，这时候消息队列已经可以提供服务了，想发送消息就使用 Producer 来发送，想接收消息就使用 Consumer 来接收。很多应用程序既要发送，又要接收，可以启动多个

Producer 和 Consumer 来发送多种消息，同时接收多种消息。

为了消除单点故障，增加可靠性或增大吞吐量，可以在多台机器上部署多个 NameServer 和 Broker，为每个 Broker 部署一个或多个 Slave。

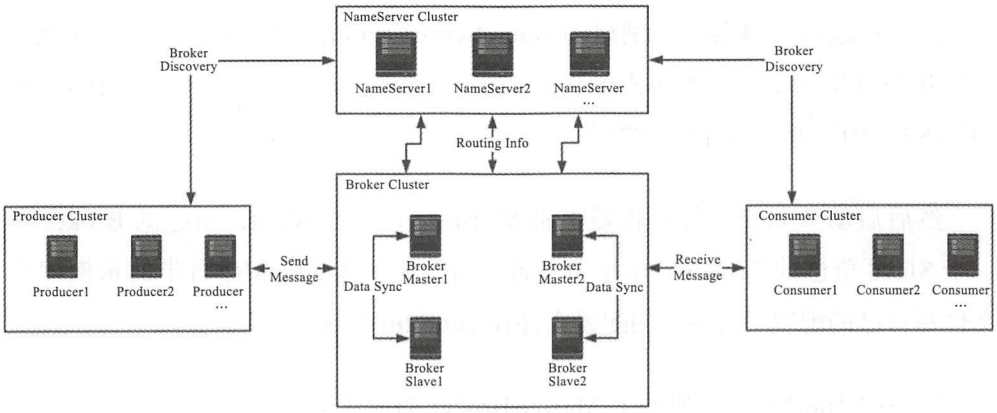


图 2-1　RocketMQ 各个角色间关系

了解了四种角色以后，再介绍一下 Topic 和 Message Queue 这两个名词。一个分布式消息队列中间件部署好以后，可以给很多个业务提供服务，同一个业务也有不同类型的消息要投递，这些不同类型的消息以不同的 Topic 名称来区分。所以发送和接收消息前，先创建 Topic，针对某个 Topic 发送和接收消息。有了 Topic 以后，还需要解决性能问题。如果一个 Topic 要发送和接收的数据量非常大，需要能支持增加并行处理的机器来提高处理速度，这时候一个 Topic 可以根据需求设置一个或多个 Message Queue，Message Queue 类似分区或 Partition。Topic 有了多个 Message Queue 后，消息可以并行地向各个 Message Queue 发送，消费者也可以并行地从多个 Message Queue 读取消息并消费。

2.2　多机集群配置和部署

本节将说明如何只用两台物理机，搭建出双主、双从、无单点故障的高可

用 RocketMQ 集群。假设这两台物理机的 IP 分别是 192.168.100.131 和 192.168.100.132。

2.2.1 启动多个 NameServer 和 Broker

首先在这两台机器上分别启动 NameServer（nohup sh bin/mqnamesrv &），这样我们就得到了一个无单点的 NameServer 服务，服务地址是“192.168.100.131:9876; 192.168.100.132:9876”。

然后启动 Broker，每台机器上都要分别启动一个 Master 角色的 Broker 和一个 Slave 角色的 Broker，并互为主备。可以基于 RocketMQ 自带的示例配置文件写自己的配置文件（示例配置文件在 conf/2m-2s-sync 目录下）。

1）192.168.100.131 机器上 Master Broker 的配置文件：

```
namesrvAddr=192.168.100.131:9876; 192.168.100.132:9876
brokerClusterName=DefaultCluster
brokerName=broker-a
brokerId=0
deleteWhen=04
fileReservedTime=48
brokerRole=SYNC_MASTER
flushDiskType=ASYNC_FLUSH
listenPort=10911
storePathRootDir=/home/rocketmq/store-a
```

2）192.168.100.132 机器上 Master Broker 的配置文件：

```
namesrvAddr=192.168.100.131:9876; 192.168.100.132:9876
brokerClusterName=DefaultCluster
brokerName=broker-b
brokerId=0
deleteWhen=04
fileReservedTime=48
brokerRole=SYNC_MASTER
flushDiskType=ASYNC_FLUSH
listenPort=10911
storePathRootDir=/home/rocketmq/store-b
```

3）192.168.100.131 机器上 Slave Broker 的配置文件：

```
namesrvAddr=192.168.100.131:9876; 192.168.100.132:9876
brokerClusterName=DefaultCluster
brokerName=broker-b
brokerId=1
deleteWhen=04
fileReservedTime=48
brokerRole=SLAVE
flushDiskType=ASYNC_FLUSH
listenPort=11011
storePathRootDir=/home/rocketmq/store-b
```

4）192.168.100.132 机器上 Slave Broker 的配置文件：

```
namesrvAddr=192.168.100.131:9876; 192.168.100.132:9876
brokerClusterName=DefaultCluster
brokerName=broker-a
brokerId=1
deleteWhen=04
fileReservedTime=48
brokerRole=SLAVE
flushDiskType=ASYNC_FLUSH
listenPort=11011
storePathRootDir=/home/rocketmq/store-a
```

然后分别使用如下命令启动四个 Broker：

```
nohup sh ./bin/mqbroker -c  config_file &
```

这样一个高可用的 RocketMQ 集群就搭建好了，还可以在一台机器上启动 rocketmq-console，比如在 192.168.100.131 上启动 RocketMQ-console，然后在浏览器中输入地址 192.168.100.131:8080，这样就可以可视化地查看集群状态了。

2.2.2　配置参数介绍

本节将逐个介绍 Broker 配置文件中用到的参数含义：

1）namesrvAddr=192.168.100.131:9876; 192.168.100.132:9876

NamerServer 的地址，可以是多个。

2）brokerClusterName=DefaultCluster

Cluster 的地址，如果集群机器数比较多，可以分成多个 Cluster，每个 Cluster 供一个业务群使用。

3）brokerName=broker-a

Broker 的名称，Master 和 Slave 通过使用相同的 Broker 名称来表明相互关系，以说明某个 Slave 是哪个 Master 的 Slave。

4）brokerId=0

一个 Master Borker 可以有多个 Slave，0 表示 Master，大于 0 表示不同 Slave 的 ID。

5）fileReservedTime=48

在磁盘上保存消息的时长，单位是小时，自动删除超时的消息。

6）deleteWhen=04

与 fileReservedTime 参数呼应，表明在几点做消息删除动作，默认值 04 表示凌晨 4 点。

7）brokerRole=SYNC_MASTER

brokerRole 有 3 种：SYNC_MASTER、ASYNC_MASTER、SLAVE。关键词 SYNC 和 ASYNC 表示 Master 和 Slave 之间同步消息的机制，SYNC 的意思是当 Slave 和 Master 消息同步完成后，再返回发送成功的状态。

8）`flushDiskType=ASYNC_FLUSH`

flushDiskType 表示刷盘策略，分为 SYNC_FLUSH 和 ASYNC_FLUSH 两种，分别代表同步刷盘和异步刷盘。同步刷盘情况下，消息真正写入磁盘后再返回成功状态；异步刷盘情况下，消息写入 page_cache 后就返回成功状态。

9）`listenPort=10911`

Broker 监听的端口号，如果一台机器上启动了多个 Broker，则要设置不同的端口号，避免冲突。

10）`storePathRootDir=/home/rocketmq/store-a`

存储消息以及一些配置信息的根目录。

这些配置参数，在 Broker 启动的时候生效，如果启动后有更改，要重启 Broker。现在使用云服务或多网卡的机器比较普遍，Broker 自动探测获得的 ip 地址可能不符合要求，通过 brokerIP1=47.98.41.234 这样的配置参数，可以设置 Broker 机器对外暴露的 ip 地址。

2.3　发送 / 接收消息示例

可以用自己熟悉的开发工具创建一个 Java 项目，加入 RocketMQ Client 包的依赖，用代码清单 2-1 的内容发送消息，这个示例代码是以 Sync 方式发送消息的。

代码清单2-1　Producer示例程序

```
public class SyncProducer {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        //Instantiate with a Producer group name.
        DefaultMQProducer Producer = new
            DefaultMQProducer("please_rename_unique_group_name");
        producer.setNamesrvAddr("192.168.100.131:9876");
```

```
        //Launch the instance.
        Producer.start();
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            //Create a Message instance, specifying Topic, tag and Message
                body.
            Message msg = new Message("TopicTest" /* Topic */,
                "TagA" /* Tag */,
                ("Hello RocketMQ " +
                    i).getBytes(RemotingHelper.DEFAULT_CHARSET) /* Message
                        body */
            );
            //Call send Message to deliver Message to one of brokers.
            SendResult sendResult = Producer.send(msg);
            System.out.printf("%s%n", sendResult);
        }
        //Shut down once the Producer instance is not longer in use.
        Producer.shutdown();
    }
}
```

主要流程是：创建一个 DefaultMQProducer 对象，设置好 GroupName 和 NameServer 地址后启动，然后把待发送的消息拼装成 Message 对象，使用 Producer 来发送。接下来看看如何接收消息，也就是使用 DefaultMQPush-Consumer 类实现的消费者程序，如代码清单 2-2 所示。

代码清单2-2　Consumer示例程序

```
        /*
         * Instantiate with specified Consumer group name.
         */
        DefaultMQPushConsumer Consumer = new DefaultMQPushConsumer("please
            rename to unique group name");
        /*
         * Specify name server addresses.
        Consumer.setNamesrvAddr("192.168.249.47:9876");
        /*
         * Specify where to start in case the specified Consumer group is a
            brand new one.
         */
Consumer.setConsumeFromWhere(ConsumeFromWhere.CONSUME_FROM_FIRST_OFFSET);
        //Consumer.setMessageModel(MessageModel.BROADCASTING);
        /*
         * Subscribe one more more Topics to consume.
         */
```

```
Consumer.subscribe("TopicTest" , "*");
/*
 *  Register callback to execute on arrival of Messages fetched from
     brokers.
 */
Consumer.registerMessageListener(new MessageListenerConcurrently() {
    public ConsumeConcurrentlyStatus consumeMessage(List<MessageExt>
        msgs,   ConsumeConcurrentlyContext context) {
        System.out.printf(Thread.currentThread().getName() + "
            Receive New Messages: " + msgs + "%n");
        return ConsumeConcurrentlyStatus.CONSUME_SUCCESS;
    }
});
/*
 *  Launch the Consumer instance.
 */
Consumer.start();
```

Consumer 或 Producer 都必须设置 GroupName、NameServer 地址以及端口号。然后指明要操作的 Topic 名称，最后进入发送和接收逻辑。

2.4　常用管理命令

MQAdmin 是 RocketMQ 自带的命令行管理工具，在 bin 目录下，运行 mqadmin 即可执行。使用 mqadmin 命令，可以进行创建、修改 Topic，更新 Broker 的配置信息，查询特定消息等各种操作。本节将介绍几个常用的命令。

1. 创建 / 修改 Topic

消息的发送和接收都要有对应的 Topic，需要向某个 Topic 发送或接收消息，所以在正式使用 RocketMQ 进行消息发送和接收前，要先创建 Topic，创建 Topic 的指令是 updateTopic，表 2-1 列出了支持的参数。

表 2-1　updateTopic

参数	是否必填	说明
-b	如果 -c 为空，则必填	Broker 地址，Topic 所在的 Broker(192.168.0.1:10911)

（续）

参数	是否必填	说明
-c	如果 -b 为空，则必填	Cluster 名称，表示 Topic 创建在该集群（集群可通过 clusterList 查询），如果集群中有多个 master 角色的 Broker，默认在每个 Broker 上创建 8 个读写队列
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876
-p	否	指定新 Topic 的权限限制，(2|4|6), [2:W 4:R; 6:RW]
-r	否	可读队列数（默认为 8）
-w	否	可写队列数（默认为 8）
-t	是	Topic 名称

2. 删除 Topic

与创建 / 修改 Topic 对应的是删除 Topic，把 RocketMQ 系统中不用的 Topic 彻底清除，指令是 deleteTopic，表 2-2 列出了支持的参数。

表 2-2 deleteTopic

参数	是否必填	说明
-c	是	Cluster 名称，要删除的 Topic 所在的集群
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876; 192.168.0.2:9876
-t	是	Topic 名称

3. 创建 / 修改订阅组

订阅组在提高系统的高可用性和吞吐量方面扮演着重要的角色，比如用 Clustering 模式消费一个 Topic 里的消息内容时，可以启动多个消费者并行消费，每个消费者只消费 Topic 里消息的一部分，以此提高消费速度，这个时候就是通过订阅组来指明哪些消费者是同一组，同一组的消费者共同消费同一个 Topic 里的内容。订阅组可以被自动创建，使用这个命令一般是用来修改订阅

组，指令是 updateSubGroup，表 2-3 列出了支持的参数。

表 2-3　updateSubGroup

参数	是否必填	说明
-b	如果 -c 为空，则必填	Broker 地址，创建订阅组所在的 Broker
-c	如果 -b 为空，则必填	Cluster 名称，创建订阅组所在的 Cluster
-d	否	是否容许广播方式消费
-g	是	订阅组名
-i	否	从哪个 Broker 开始消费
-m	否	是否容许从队列的最小位置开始消费（true|false），默认会设置为 true
-q	否	消费失败的消息放到一个重试队列，每个订阅组配置的重试队列数量
-r	否	重试消费最大次数，超过则投递到死信队列
-s	否	消费功能是否开启
-w	否	发现消息堆积后，将 Consumer 的消费请求重定向到另外一台 Broker 机器
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876...

4. 删除订阅组

与创建或修改订阅组相对应，这个命令删除不再使用的订阅组，指令是 deleteSubGroup，表 2-4 列出了支持的参数。

表 2-4　deleteSubGroup

参数	是否必填	说明
-b	如果 -c 为空，则必填	Broker 地址，删除订阅组所在的 Broker
-c	如果 -b 为空，则必填	Cluster 名称，删除订阅组所在的 Cluster
-g	是	订阅组名
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876...

5. 更新 Broker 配置

Broker 有很多的配置信息，在 Broker 启动时，可以通过配置文件来指定配置信息。有些配置信息支持在 Broker 运行的时候动态更改，更改指令是 updateBrokerConfig，表 2-5 列出了支持的参数。

表 2-5 updateBrokerConfig

参数	是否必填	说明
-b	如果 -c 为空，则必填	Broker 名称
-c	如果 -b 为空，则必填	Cluster 名称，该 Broker 所在的 Cluster
-k	是	Key 值
-v	否	Value 值
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876...

6. 更新 Topic 的读写权限

RocketMQ 支持对 Topic 进行权限控制，主要分为只读的 Topic 和可读写的 Topic，权限可以通过指令 updateTopicPerm 来动态改变，表 2-6 列出了支持的参数。

表 2-6 updateTopicPerm

参数	是否必填	说明
-b	如果 -c 为空，则必填	Broker 地址，Topic 所在的 Broker
-c	如果 -b 为空，则必填	Cluster 名称，表示 Topic 所在的集群
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876
-p	否	指定新 Topic 的权限限制，(2|4|6), [2:W 4:R; 6:RW]
-t	是	Topic 名称

7. 查询 Topic 的路由信息

Topic 的路由信息指的是某个 Topic 所在的 Broker 相关信息，客户端可

以通过 NameServer 来获取这些信息，本命令一般在调试的时候使用，指令是 TopicRoute，表 2-7 列出了支持的参数。

表 2-7　TopicRoute

参数	是否必填	说明
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876
-t	是	Topic 名称

8. 查看 Topic 列表信息

上面提到的 TopicRoute 是列出某个 Topic 的相关信息，还有个指令 TopicList 用来列出集群中所有 Topic 的名称，表 2-8 列出了支持的参数。

表 2-8　TopicList

参数	是否必填	说明
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876...

9. 查看 Topic 统计信息

在使用 RocketMQ 的时候，经常需要查看某个 Topic 的状态，看看消息的数量，有多少未处理等，此时可以通过指令 TopicStats 来查询，表 2-9 列出了支持的参数。

表 2-9　TopicStats

参数	是否必填	说明
-t	是	Topic 名称
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876...

10. 根据时间查询消息

一条消息被发送到 RocketMQ 后，默认会带上发送的时间戳，所以我们可以根据估计的时间来查询消息，指令是 printMsg，表 2-10 列出了支持的参数。

表 2-10 printMsg

参数	是否必填	说明
-b	否	开始时间戳，格式：currentTimeMillis|yyyy-MM-dd#HH:mm:ss:SSS
-d	否	结束时间戳，格式：currentTimeMillis|yyyy-MM-dd#HH:mm:ss:SSS
-h	否	打印帮助
-t	否	Topic 名称
-s	否	Tag 名称举例：TagA || TagB
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876...

11. 根据消息 ID 查询消息

根据消息 ID 可以精确定位到某条消息，但是消息 ID 需要通过其他方式来获取，比如可以先用时间来查询出一些消息，然后定位到要找的具体某个消息，指令是 queryMsgById，表 2-11 列出了支持的参数。

表 2-11 queryMsgById

参数	是否必填	说明
-i	是	消息 ID
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876...

12. 查看集群消息

指令 clusterList 用来列出集群的状态，看看有哪些 Broker 在提供服务，表 2-12 列出了支持的参数。

表 2-12 clusterList

参数	是否必填	说明
-m	否	是否打印更多信息

（续）

参数	是否必填	说明
-h	否	打印帮助
-n	是	NameServe 服务地址列表，举例：192.168.0.1:9876;192.168.0.2:9876...

2.5　通过图形界面管理集群

对于 RocketMQ 新手，可以启动运维服务，从页面上直观看到消息队列集群的状态。有一定经验以后，可以使用命令行更快捷，其功能更全面。

运维服务程序是个 SpringBoot 项目，需要从 GitHub 上的 apache/rocketmq-externals 里下载源码（https://github.com/apache/rocketmq-externals/tree/master/rocketmq-console）。

进入下载源码的目录，运行如下命令即可启动：

```
mvn spring-boot:run
```

也可以编译成 jar 包，通过 java -jar 来执行。

服务启动后，在浏览器里访问 server_ip_address:8080（server_ip_address 是启动 rocketmq-console 的机器 IP）地址就可看到集群的状态。

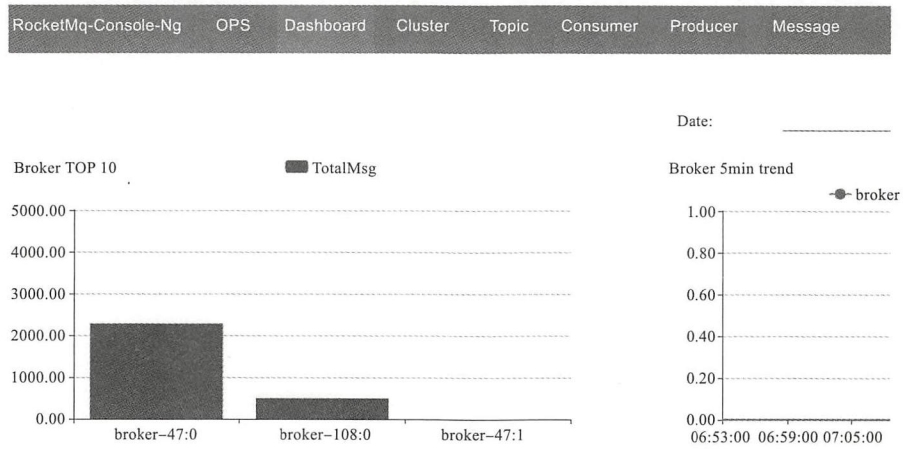
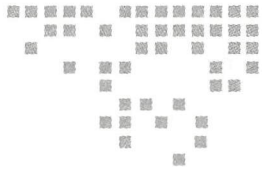


图 2-2　rocketmq-console 页面

2.6 本章小结

在生产环境中使用 RocketMQ 集群需要比 QuickStart 部分了解更多的内容，本章在机器角色、集群配置和部署，以及集群管理方面都做了介绍，用户可以基于这些内容搭建起一个生成环境的 RocketMQ 消息队列集群，在数据量不大的非关键场景，可以通过这一章快速上线。下一章重点讲如何用好 RocketMQ，即根据实际场景选择合适的发送消息和接收消息的方式。



第 3 章 Chapter 3

用适合的方式发送和接收消息

生产者和消费者是消息队列的两个重要角色，生产者向消息队列写入数据，消费者从消息队列里读取数据，RocketMQ 的大部分用户只需要和生产者、消费者打交道。本章具体介绍不同类型生产者和消费者的特点，以及和它们相关的 Offset 和 Log。

3.1 不同类型的消费者

根据使用者对读取操作的控制情况，消费者可分为两种类型。一个是 DefaultMQPushConsumer，由系统控制读取操作，收到消息后自动调用传入的处理方法来处理；另一个是 DefaultMQPullConsumer，读取操作中的大部分功能由使用者自主控制。

3.1.1 DefaultMQPushConsumer 的使用

使用 DefaultMQPushConsumer 主要是设置好各种参数和传入处理消息的函数。系统收到消息后自动调用处理函数来处理消息，自动保存 Offset，而且加入新的 DefaultMQPushConsumer 后会自动做负载均衡。下面结合 org.apache.

rocketmq.example.quickstart 包中的源码来介绍，如代码清单 3-1 所示。

代码清单3-1 DefaultMQPushConsumer示例

```
public class QuickStart {
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException,
        MQClientException {
        DefaultMQPushConsumer Consumer = new DefaultMQPushConsumer
            ("please_rename_unique_group_name_4");
Consumer.setNamesrvAddr("name-server1-ip:9876;name-server2-ip:9876");
Consumer.setConsumeFromWhere(ConsumeFromWhere.CONSUME_FROM_FIRST_OFFSET);
        Consumer.setMessageModel(MessageModel.BROADCASTING);

        Consumer.subscribe("TopicTest", "*");
        Consumer.registerMessageListener(new MessageListenerConcurrently() {
            public ConsumeConcurrentlyStatus consumeMessage(List<MessageExt>
                msgs,   ConsumeConcurrentlyContext context) {
                System.out.printf(Thread.currentThread().getName() + "
                    Receive New Messages: " + msgs + "%n");
                return ConsumeConcurrentlyStatus.CONSUME_SUCCESS;
            }
        });
        Consumer.start();
    }
}
```

DefaultMQPushConsumer 需要设置三个参数：一是这个 Consumer 的 GroupName，二是 NameServer 的地址和端口号，三是 Topic 的名称，下面将分别进行详细介绍。

1）Consumer 的 GroupName 用于把多个 Consumer 组织到一起，提高并发处理能力，GroupName 需要和消息模式（MessageModel）配合使用。

RocketMQ 支持两种消息模式：Clustering 和 Broadcasting。

- 在 Clustering 模式下，同一个 ConsumerGroup（GroupName 相同）里的每个 Consumer 只消费所订阅消息的一部分内容，同一个 ConsumerGroup 里所有的 Consumer 消费的内容合起来才是所订阅 Topic 内容的整体，从而达到负载均衡的目的。

- 在 Broadcasting 模式下，同一个 ConsumerGroup 里的每个 Consumer 都能消费到所订阅 Topic 的全部消息，也就是一个消息会被多次分发，被多个 Consumer 消费。

2）NameServer 的地址和端口号，可以填写多个，用分号隔开，达到消除单点故障的目的，比如“ip1:port;ip2:port;ip3:port”。

3）Topic 名称用来标识消息类型，需要提前创建。如果不需要消费某个 Topic 下的所有消息，可以通过指定消息的 Tag 进行消息过滤，比如：Consumer.subscribe（"TopicTest", "tag1 || tag2 || tag3"），表示这个 Consumer 要消费“TopicTest”下带有 tag1 或 tag2 或 tag3 的消息（Tag 是在发送消息时设置的标签）。在填写 Tag 参数的位置，用 null 或者“*”表示要消费这个 Topic 的所有消息。

3.1.2　DefaultMQPushConsumer 的处理流程

本节通过分析源码来说明 DefaultMQPushConsumer 的处理流程。

DefaultMQPushConsumer 主要功能实现在 DefaultMQPushConsumerImpl 类中，消息的处理逻辑是在 pullMessage 这个函数里的 PullCallBack 中。在 PullCallBack 函数里有个 switch 语句，根据从 Broker 返回的消息类型做相应的处理，具体处理逻辑可以查看源码，如代码清单 3-2 所示。

代码清单3-2　DefaultMQPushConsuer的处理逻辑

```
switch (pullResult.getPullStatus()) {
    case FOUND:
        ……
        break;
    case NO_NEW_MSG:
        ……
        break;
    case OFFSET_ILLEGAL:
        ……
        break;
```

```
        default:
            break;
    }
```

DefaultMQPushConsuer 的源码中有很多 PullRequest 语句，比如 DefaultMQPushConsumerImpl.this.executePullRequestImmediately(pullRequest)。为什么“PushConsumer”中使用“PullRequest”呢？这是通过“长轮询”方式达到 Push 效果的方法，长轮询方式既有 Pull 的优点，又兼具 Push 方式的实时性。

Push 方式是 Server 端接收到消息后，主动把消息推送给 Client 端，实时性高。对于一个提供队列服务的 Server 来说，用 Push 方式主动推送有很多弊端：首先是加大 Server 端的工作量，进而影响 Server 的性能；其次，Client 的处理能力各不相同，Client 的状态不受 Server 控制，如果 Client 不能及时处理 Server 推送过来的消息，会造成各种潜在问题。

Pull 方式是 Client 端循环地从 Server 端拉取消息，主动权在 Client 手里，自己拉取到一定量消息后，处理妥当了再接着取。Pull 方式的问题是循环拉取消息的间隔不好设定，间隔太短就处在一个“忙等”的状态，浪费资源；每个 Pull 的时间间隔太长，Server 端有消息到来时，有可能没有被及时处理。

“长轮询”方式通过 Client 端和 Server 端的配合，达到既拥有 Pull 的优点，又能达到保证实时性的目的。我们结合源码来分析，如代码清单 3-3 和 3-4 所示。

代码清单3-3　发送Pull消息代码片段

```
PullMessageRequestHeader requestHeader = new PullMessageRequestHeader();
requestHeader.setConsumerGroup(this.ConsumerGroup);
requestHeader.setTopic(mq.getTopic());
requestHeader.setQueueId(mq.getQueueId());
requestHeader.setQueueOffset(Offset);
requestHeader.setMaxMsgNums(maxNums);
requestHeader.setSysFlag(sysFlagInner);
requestHeader.setCommitOffset(commitOffset);
requestHeader.setSuspendTimeoutMillis(brokerSuspendMaxTimeMillis);
```

```
requestHeader.setSubscription(subExpression);
requestHeader.setSubVersion(subVersion);
requestHeader.setExpressionType(expressionType);

------
PullResult pullResult = this.mQClientFactory.getMQClientAPIImpl().
pullMessage(
    brokerAddr,requestHeader,timeoutMillis,communicationMode,pullCallback);
```

源码中有这一行设置语句 requestHeader.setSuspendTimeoutMillis（brokerSuspendMaxTimeMillis），作用是设置 Broker 最长阻塞时间，默认设置是 15 秒，注意是 Broker 在没有新消息的时候才阻塞，有消息会立刻返回。

代码清单3-4　“长轮询”服务端代码片段

```
package org.apache.rocketmq.broker.longpolling
------
if (this.brokerController.getBrokerConfig().isLongPollingEnable()) {
    this.waitForRunning(5 * 1000);
} else {
      this.waitForRunning(this.brokerController.getBrokerConfig().
getShortPollingTimeMills());
}
long beginLockTimestamp = this.systemClock.now();
this.checkHoldRequest();
long costTime = this.systemClock.now() - beginLockTimestamp;
if (costTime > 5 * 1000) {
    Log.info("[NOTIFYME] check hold request cost {} ms.", costTime);
}
```

从 Broker 的源码中可以看出，服务端接到新消息请求后，如果队列里没有新消息，并不急于返回，通过一个循环不断查看状态，每次 waitForRunning 一段时间（默认是 5 秒），然后后再 Check。默认情况下当 Broker 一直没有新消息，第三次 Check 的时候，等待时间超过 Request 里面的 BrokerSuspendMaxTimeMillis，就返回空结果。在等待的过程中，Broker 收到了新的消息后会直接调用 notifyMessageArriving 函数返回请求结果。“长轮询”的核心是，Broker 端 HOLD 住客户端过来的请求一小段时间，在这个时间内有新消息到达，就利用现有的连接立刻返回消息给 Consumer。“长轮询”的主动权

还是掌握在 Consumer 手中，Broker 即使有大量消息积压，也不会主动推送给 Consumer。

长轮询方式的局限性，是在 HOLD 住 Consumer 请求的时候需要占用资源，它适合用在消息队列这种客户端连接数可控的场景中。

3.1.3 DefaultMQPushConsumer 的流量控制

本节分析 PushConsumer 的流量控制方法。PushConsumer 的核心还是 Pull 方式，所以采用这种方式的客户端能够根据自身的处理速度调整获取消息的操作速度。因为采用多线程处理方式实现，流量控制的方面比单线程要复杂得多。

PushConsumer 有个线程池，消息处理逻辑在各个线程里同时执行，这个线程池的定义如代码清单 3-5 所示。

代码清单3-5 DefaultMQPushConsumer的线程池定义

```
this.consumeExecutor = new ThreadPoolExecutor(
    this.defaultMQPushConsumer.getConsumeThreadMin(),
    this.defaultMQPushConsumer.getConsumeThreadMax(),
    1000 * 60,
    TimeUnit.MILLISECONDS,
    this.consumeRequestQueue,
    new ThreadFactoryImpl("ConsumeMessageThread_"));
```

Pull 获得的消息，如果直接提交到线程池里执行，很难监控和控制，比如，如何得知当前消息堆积的数量？如何重复处理某些消息？如何延迟处理某些消息？ RocketMQ 定义了一个快照类 ProcessQueue 来解决这些问题，在 PushConsumer 运行的时候，每个 Message Queue 都会有个对应的 ProcessQueue 对象，保存了这个 Message Queue 消息处理状态的快照。

ProcessQueue 对象里主要的内容是一个 TreeMap 和一个读写锁。TreeMap 里以 Message Queue 的 Offset 作为 Key，以消息内容的引用为 Value，保存了所有从 MessageQueue 获取到，但是还未被处理的消息；读写锁控制着多个线

程对 TreeMap 对象的并发访问。

有了 ProcessQueue 对象，流量控制就方便和灵活多了，客户端在每次 Pull 请求前会做下面三个判断来控制流量，如代码清单 3-6 所示。

代码清单3-6　PushConsumer的流量控制逻辑

```
long cachedMessageCount = processQueue.getMsgCount().get();
long cachedMessageSizeInMiB = processQueue.getMsgSize().get() / (1024 *
    1024);

if (cachedMessageCount > this.defaultMQPushConsumer.getPullThresholdForQueue())
    {
    this.executePullRequestLater(pullRequest, PULL_TIME_DELAY_MILLS_WHEN_
        FLOW_CONTROL);
    if ((queueFlowControlTimes++ % 1000) == 0) {
        log.warn(
            "the cached message count exceeds the threshold {}, so do flow
                control, minOffset={}, maxOffset={}, count={}, size={}
                MiB, pullRequest={}, flowControlTimes={}",
            this.defaultMQPushConsumer.getPullThresholdForQueue(), processQueue.
                getMsgTreeMap().firstKey(), processQueue.getMsgTreeMap().
                lastKey(), cachedMessageCount, cachedMessageSizeInMiB,
                pullRequest, queueFlowControlTimes);
    }
    return;
}
if (cachedMessageSizeInMiB > this.defaultMQPushConsumer.getPullThresholdSize-
    ForQueue()) {
    this.executePullRequestLater(pullRequest, PULL_TIME_DELAY_MILLS_WHEN_
        FLOW_CONTROL);
    if ((queueFlowControlTimes++ % 1000) == 0) {
        log.warn(
            "the cached message size exceeds the threshold {} MiB, so
                do flow control, minOffset={}, maxOffset={}, count={},
                size={} MiB, pullRequest={}, flowControlTimes={}",
            this.defaultMQPushConsumer.getPullThresholdSizeForQueue(),
                processQueue.getMsgTreeMap().firstKey(), processQueue.
                getMsgTreeMap().lastKey(), cachedMessageCount,
                cachedMessageSizeInMiB, pullRequest, queueFlowControl-
                Times);
    }
    return;
}
if (!this.consumeOrderly) {
    if (processQueue.getMaxSpan() > this.defaultMQPushConsumer.getConsume
```

```
            ConcurrentlyMaxSpan()) {
            this.executePullRequestLater(pullRequest, PULL_TIME_DELAY_MILLS_
                WHEN_FLOW_CONTROL);
            if ((queueMaxSpanFlowControlTimes++ % 1000) == 0) {
                log.warn(
                    "the queue's messages, span too long, so do flow control,
                        minOffset={}, maxOffset={}, maxSpan={}, pullRequest={},
                        flowControlTimes={}",
                    processQueue.getMsgTreeMap().firstKey(), processQueue.
                        getMsgTreeMap().lastKey(), processQueue.getMaxSpan(),
                    pullRequest, queueMaxSpanFlowControlTimes);
            }
            return;
        }
    }
```

从代码中可以看出，PushConsumer 会判断获取但还未处理的消息个数、消息总大小、Offset 的跨度，任何一个值超过设定的大小就隔一段时间再拉取消息，从而达到流量控制的目的。此外 ProcessQueue 还可以辅助实现顺序消费的逻辑。

3.1.4 DefaultMQPullConsumer

使用 DefaultMQPullConsumer 像使用 DefaultMQPushConsumer 一样需要设置各种参数，写处理消息的函数，同时还需要做额外的事情。接下来结合 org.apache.rocketmq.example.simple 包中的例子源码来介绍，如代码清单 3-7 所示。

代码清单3-7 PullConsumer示例

```
public class PullConsumer {
    private static final Map<MessageQueue, Long> OFFSE_TABLE = new
        HashMap<MessageQueue, Long>();

    public static void main(String[] args) throws MQClientException {
        DefaultMQPullConsumer Consumer = new DefaultMQPullConsumer
            ("please_rename_unique_group_name_5");
        Consumer.start();
        Set<MessageQueue> mqs = Consumer.fetchSubscribeMessageQueues("Top
            icTest1");
```

```
        for (MessageQueue mq : mqs) {
            long Offset = Consumer.fetchConsumeOffset(mq, true);
            System.out.printf("Consume from the Queue: " + mq + "%n");
            SINGLE_MQ:
            while (true) {
                try {
                    PullResult pullResult =
                        Consumer.pullBlockIfNotFound(mq, null, getMessage-
                            QueueOffset(mq), 32);
                    System.out.printf("%s%n", pullResult);
                    putMessageQueueOffset(mq, pullResult.getNextBegin-
                        Offset());
                    switch (pullResult.getPullStatus()) {
                        case FOUND:
                            break;
                        case NO_MATCHED_MSG:
                            break;
                        case NO_NEW_MSG:
                            break SINGLE_MQ;
                        case OFFSET_ILLEGAL:
                            break;
                        default:
                            break;
                    }
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        }
        Consumer.shutdown();
    }
    private static long getMessageQueueOffset(MessageQueue mq) {
        Long Offset = OFFSE_TABLE.get(mq);
        if (Offset != null)
            return Offset;
        return 0;
    }
    private static void putMessageQueueOffset(MessageQueue mq, long Offset) {
        OFFSE_TABLE.put(mq, Offset);
    }
}
```

示例代码的处理逻辑是逐个读取某 Topic 下所有 Message Queue 的内容，读完一遍后退出，主要处理额外的三件事情：

（1）获取 Message Queue 并遍历

一个 Topic 包括多个 Message Queue，如果这个 Consumer 需要获取 Topic 下所有的消息，就要遍历多有的 Message Queue。如果有特殊情况，也可以选择某些特定的 Message Queue 来读取消息。

（2）维护 Offsetstore

从一个 Message Queue 里拉取消息的时候，要传入 Offset 参数（long 类型的值），随着不断读取消息，Offset 会不断增长。这个时候由用户负责把 Offset 存储下来，根据具体情况可以存到内存里、写到磁盘或者数据库里等。

（3）根据不同的消息状态做不同的处理

拉取消息的请求发出后，会返回：FOUND、NO_MATCHED_MSG、NO_NEW_MSG、OFFSET_ILLEGAL 四种状态，需要根据每个状态做不同的处理。比较重要的两个状态是 FOUNT 和 NO_NEW_MSG，分别表示获取到消息和没有新的消息。

实际情况中可以把 while（true）放到外层，达到无限循环的目的。因为 PullConsumer 需要用户自己处理遍历 Message Queue、保存 Offset，所以 PullConsumer 有更多的自主性和灵活性。

3.1.5 Consumer 的启动、关闭流程

消息队列一般是提供一个不间断的持续性服务，Consumer 在使用过程中，如何才能优雅地启动和关闭，确保不漏掉或者重复消费消息呢？

Consumer 分为 Push 和 Pull 两种方式，对于 PullConsumer 来说，使用者主动权很高，可以根据实际需要暂停、停止、启动消费过程。需要注意的是 Offset 的保存，要在程序的异常处理部分增加把 Offset 写入磁盘方面的处理，

记准了每个 Message Queue 的 Offset，才能保证消息消费的准确性。

DefaultMQPushConsumer 的退出，要调用 shutdown() 函数，以便释放资源、保存 Offset 等。这个调用要加到 Consumer 所在应用的退出逻辑中。

PushConsumer 在启动的时候，会做各种配置检查，然后连接 NameServer 获取 Topic 信息，启动时如果遇到异常，比如无法连接 NameServer, 程序仍然可以正常启动不报错（日志里有 WARN 信息）。在单机环境下可以测试这种情况，启动 DefaultMQPushConsumer 时故意把 NameServer 地址填错，程序仍然可以正常启动，但是不会收到消息。

为什么 DefaultMQPushConsumer 在无法连接 NameServer 时不直接报错退出呢？这和分布式系统的设计有关，RocketMQ 集群可以有多个 NameServer、Broker，某个机器出异常后整体服务依然可用。所以 DefaultMQPushConsumer 被设计成当发现某个连接异常时不立刻退出，而是不断尝试重新连接。可以进行这样一个测试，在 DefaultMQPushConsumer 正常运行的时候，手动 kill 掉 Broker 或 NameServer，过一会儿再启动。会发现 DefaultMQPushConsumer 不会出错退出，在服务恢复后正常运行，在服务不可用的这段时间，仅仅会在日志里报异常信息。

如果需要在 DefaultMQPushConsumer 启动的时候，及时暴露配置问题，该如何操作呢？可以在 Consumer.start() 语句后调用：Consumer.fetchSubscribeMessageQueues("TopicName")，这时如果配置信息写得不准确，或者当前服务不可用，这个语句会报 MQClientException 异常。

3.2　不同类型的生产者

生产者向消息队列里写入消息，不同的业务场景需要生产者采用不同的写入策略。比如同步发送、异步发送、延迟发送、发送事务消息等，下面具体介绍。

3.2.1 DefaultMQProducer

生产者发送消息默认使用的是 DefaultMQProducer 类，下面结合实际代码来详细解释，如代码清单 3-8 所示。

代码清单3-8 DefaultMQProduce示例

```
public class ProducerQuickStart {
    public static void main(String[] args) throws MQClientException,
        InterruptedException {
    DefaultMQProducer producer = new DefaultMQProducer("please_rename_
        unique_group_name");
    producer.setInstanceName("instance1");
    producer.setRetryTimesWhenSendFailed(3);
producer.setNamesrvAddr("name-server1-ip:9876;name-server2-ip:9876");
        Producer.start();
        for (int i = 0; i < 1000; i++) {
            try {
                Message msg = new Message("TopicTest" /* Topic */,
                    "TagA" /* Tag */,
                    ("Hello RocketMQ " + i).getBytes(RemotingHelper.
                        DEFAULT_CHARSET) /* Message body */
                );
                Producer.send(msg, new SendCallback() {
                    public void onSuccess(SendResult sendResult) {
                        System.out.printf("%s%n", sendResult);
                        sendResult.getSendStatus();
                    }
                    public void onException(Throwable e) {
                        e.printStackTrace();
                    }
                });
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
                Thread.sleep(1000);
            }
        }
        producer.shutdown();
    }
}
```

发送消息要经过五个步骤：

1）设置 Producer 的 GroupName。

2）设置 InstanceName，当一个 Jvm 需要启动多个 Producer 的时候，通过设置不同的 InstanceName 来区分，不设置的话系统使用默认名称“DEFAULT”。

3）设置发送失败重试次数，当网络出现异常的时候，这个次数影响消息的重复投递次数。想保证不丢消息，可以设置多重试几次。

4）设置 NameServer 地址。

5）组装消息并发送。

消息的发送有同步和异步两种方式，上面的代码使用的是异步方式。在第 2 章的例子中用的是同步方式。消息发送的返回状态有如下四种：FLUSH_DISK_TIMEOUT、FLUSH_SLAVE_TIMEOUT、SLAVE_NOT_AVAILABLE、SEND_OK，不同状态在不同的刷盘策略和同步策略的配置下含义是不同的。

- FLUSH_DISK_TIMEOUT：表示没有在规定时间内完成刷盘（需要 Broker 的刷盘策略被设置成 SYNC_FLUSH 才会报这个错误）。
- FLUSH_SLAVE_TIMEOUT：表示在主备方式下，并且 Broker 被设置成 SYNC_MASTER 方式，没有在设定时间内完成主从同步。
- SLAVE_NOT_AVAILABLE：这个状态产生的场景和 FLUSH_SLAVE_TIMEOUT 类似，表示在主备方式下，并且 Broker 被设置成 SYNC_MASTER，但是没有找到被配置成 Slave 的 Broker。
- SEND_OK：表示发送成功，发送成功的具体含义，比如消息是否已经被存储到磁盘？消息是否被同步到了 Slave 上？消息在 Slave 上是否被写入磁盘？需要结合所配置的刷盘策略、主从策略来定。这个状态还可以简单理解为，没有发生上面列出的三个问题状态就是 SEND_OK。

写一个高质量的生产者程序，重点在于对发送结果的处理，要充分考虑各种异常，写清对应的处理逻辑。

3.2.2 发送延迟消息

RocketMQ 支持发送延迟消息，Broker 收到这类消息后，延迟一段时间再处理，使消息在规定的一段时间后生效。

延迟消息的使用方法是在创建 Message 对象时，调用 setDelayTimeLevel（int level）方法设置延迟时间，然后再把这个消息发送出去。目前延迟的时间不支持任意设置，仅支持预设值的时间长度（1s/5s/10s/30s/1m/2m/3m/4m/5m/6m/7m/8m/9m/10m/20m/30m/1h/2h）。比如 setDelayTimeLevel(3) 表示延迟 10s。

3.2.3 自定义消息发送规则

一个 Topic 会有多个 Message Queue，如果使用 Producer 的默认配置，这个 Producer 会轮流向各个 Message Queue 发送消息。Consumer 在消费消息的时候，会根据负载均衡策略，消费被分配到的 Message Queue，如果不经过特定的设置，某条消息被发往哪个 Message Queue，被哪个 Consumer 消费是未知的。

如果业务需要我们把消息发送到指定的 Message Queue 里，比如把同一类型的消息都发往相同的 Message Queue，该怎么办呢？可以用 MessageQueueSelector，如代码清单 3-9 所示。

代码清单3-9 MessageQueueSelector示例

```
public class OrderMessageQueueSelector implements MessageQueueSelector {
     public MessageQueue select(List<MessageQueue> mqs, Message msg,
         Object orderKey) {
     int id = Integer.parseInt(orderKey.toString());
     int idMainIndex  = id/100;
     int size = mqs.size();
     int index = idMainIndex%size;
     return mqs.get(index);
   }
}
```

发送消息的时候，把 MessageQueueSelector 的对象作为参数，使用 public SendResult send（Message msg, MessageQueueSelector selector, Object arg）函数发送消息即可。在 MessageQueueSelector 的实现中，根据传入的 Object 参数，或者根据 Message 消息内容确定把消息发往那个 Message Queue，返回被选中的 Message Queue。

3.2.4　对事务的支持

RocketMQ 的事务消息，是指发送消息事件和其他事件需要同时成功或同时失败。比如银行转账，A 银行的某账户要转一万元到 B 银行的某账户。A 银行发送“B 银行账户增加一万元”这个消息，要和“从 A 银行账户扣除一万元”这个操作同时成功或者同时失败。

RocketMQ 采用两阶段提交的方式实现事务消息，TransactionMQProducer 处理上面情况的流程是，先发一个“准备从 B 银行账户增加一万元”的消息，发送成功后做从 A 银行账户扣除一万元的操作，根据操作结果是否成功，确定之前的“准备从 B 银行账户增加一万元”的消息是做 commit 还是 rollback，具体流程如下：

1）发送方向 RocketMQ 发送“待确认”消息。

2）RocketMQ 将收到的“待确认”消息持久化成功后，向发送方回复消息已经发送成功，此时第一阶段消息发送完成。

3）发送方开始执行本地事件逻辑。

4）发送方根据本地事件执行结果向 RocketMQ 发送二次确认（Commit 或是 Rollback）消息，RocketMQ 收到 Commit 状态则将第一阶段消息标记为可投递，订阅方将能够收到该消息；收到 Rollback 状态则删除第一阶段的消息，订阅方接收不到该消息。

5）如果出现异常情况，步骤 4）提交的二次确认最终未到达 RocketMQ，服务器在经过固定时间段后将对“待确认”消息发起回查请求。

6）发送方收到消息回查请求后（如果发送一阶段消息的 Producer 不能工作，回查请求将被发送到和 Producer 在同一个 Group 里的其他 Producer），通过检查对应消息的本地事件执行结果返回 Commit 或 Roolback 状态。

7）RocketMQ 收到回查请求后，按照步骤 4）的逻辑处理。

上面的逻辑似乎很好地实现了事务消息功能，它也是 RocketMQ 之前的版本实现事务消息的逻辑。但是因为 RocketMQ 依赖将数据顺序写到磁盘这个特征来提高性能，步骤 4）却需要更改第一阶段消息的状态，这样会造成磁盘 Catch 的脏页过多，降低系统的性能。所以 RocketMQ 在 4.x 的版本中将这部分功能去除。系统中的一些上层 Class 都还在，用户可以根据实际需求实现自己的事务功能。

客户端有三个类来支持用户实现事务消息，第一个类是 LocalTransactionExecuter，用来实例化步骤 3）的逻辑，根据情况返回 LocalTransactionState.ROLLBACK_MESSAGE 或者 LocalTransactionState.COMMIT_MESSAGE 状态。第二个类是 TransactionMQProducer，它的用法和 DefaultMQProducer 类似，要通过它启动一个 Producer 并发消息，但是比 DefaultMQProducer 多设置本地事务处理函数和回查状态函数。第三个类是 TransactionCheckListener，实现步骤 5）中 MQ 服务器的回查请求，返回 LocalTransactionState.ROLLBACK_MESSAGE 或者 LocalTransactionState.COMMIT_MESSAGE。

3.3 如何存储队列位置信息

实际运行中的系统，难免会遇到重新消费某条消息、跳过一段时间内的消息等情况。这些异常情况的处理，都和 Offset 有关。本节主要分析 Offset 的存

储位置，以及如何根据需要调整 Offset 的值。

首先来明确一下 Offset 的含义，RocketMQ 中，一种类型的消息会放到一个 Topic 里，为了能够并行，一般一个 Topic 会有多个 Message Queue（也可以设置成一个），Offset 是指某个 Topic 下的一条消息在某个 Message Queue 里的位置，通过 Offset 的值可以定位到这条消息，或者指示 Consumer 从这条消息开始向后继续处理。

如图 3-1 所示是 Offset 的类结构，主要分为本地文件类型和 Broker 代存的类型两种。对于 DefaultMQPushConsumer 来说，默认是 CLUSTERING 模式，也就是同一个 Consumer group 里的多个消费者每人消费一部分，各自收到的消息内容不一样。这种情况下，由 Broker 端存储和控制 Offset 的值，使用 RemoteBrokerOffsetStore 结构。

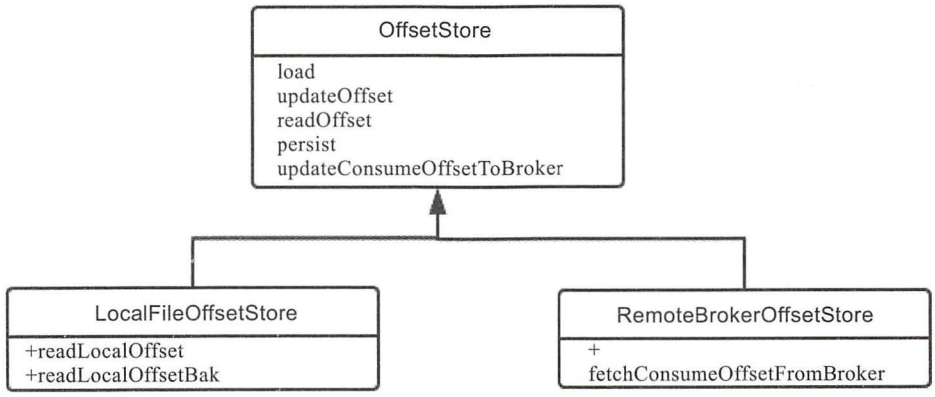


图 3-1　OffsetStore 的类结构

在 DefaultMQPushConsumer 里的 BROADCASTING 模式下，每个 Consumer 都收到这个 Topic 的全部消息，各个 Consumer 间相互没有干扰，RocketMQ 使用 LocalFileOffsetStore，把 Offset 存到本地。

OffsetStore 使用 Json 格式存储，简洁明了，下面是个例子：

代码清单3-10 Offsetstore的内容示例

```
{"OffsetTable":{{"brokerName":"localhost", "QueueId":1,"Topic":"broker1" }:
    1,{ "brokerName":"localhost", "QueueId":2,"Topic":"broker1" }:2,
    { "brokerName":"localhost", "QueueId":0, "Topic":"broker1" }:3 } }
```

在使用 DefaultMQPushConsumer 的时候，我们不用关心 OffsetStore 的事，但是如果 PullConsumer，我们就要自己处理 OffsetStore 了。在 3.1.4 节的 PullConsumer 示例中，代码里把 Offset 存到了内存，没有持久化存储，这样就可能因为程序的异常或重启而丢失 Offset，在实际应用中不推荐这样做。接下来给出在磁盘存储 Offset 的示例程序，参照 LocalFileOffsetStore 的源码编写，如代码清单 3-11 所示。

代码清单3-11 自定义持久存储OffsetStore

```
public class LocalOffsetStoreExt {
    private final String groupName;
    private final String storePath;
    private ConcurrentMap<MessageQueue, AtomicLong> OffsetTable =
            new ConcurrentHashMap<MessageQueue, AtomicLong>();
    public LocalOffsetStoreExt(String storePath, String groupName) {
        this.groupName = groupName;
        this.storePath = storePath;
    }
    public void load() {
        OffsetSerializeWrapper OffsetSerializeWrapper = this.readLocal-
            Offset();
        if (OffsetSerializeWrapper != null && OffsetSerializeWrapper.
            getOffsetTable() != null) {
            OffsetTable.putAll(OffsetSerializeWrapper.getOffsetTable());
            for (MessageQueue mq : OffsetSerializeWrapper.getOffsetTable().
                 keySet()) {
                AtomicLong Offset = OffsetSerializeWrapper.getOffset-
                    Table().get(mq);
                System.out.printf("load Consumer's Offset, {} {} {} \n",
                    this.groupName, mq, Offset.get());
            }
        }
    }
    public void updateOffset(MessageQueue mq, long Offset) {
        if (mq != null) {
            AtomicLong OffsetOld = this.OffsetTable.get(mq);
            if (null == OffsetOld) {
```

```
                this.OffsetTable.putIfAbsent(mq, new AtomicLong(Offset));
            } else {
                OffsetOld.set(Offset);
            }
        }
    }
    public long readOffset(final MessageQueue mq) {
        if (mq != null) {
            AtomicLong Offset = this.OffsetTable.get(mq);
            if (Offset != null) {
                return Offset.get();
            }
        }
        return 0;
    }
    public void persistAll(Set<MessageQueue> mqs) {
        if (null == mqs || mqs.isEmpty())
            return;
        OffsetSerializeWrapper OffsetSerializeWrapper = new Offset-
            SerializeWrapper();
        for (Map.Entry<MessageQueue, AtomicLong> entry : this.OffsetTable.
            entrySet()) {
            if (mqs.contains(entry.getKey())) {
                AtomicLong Offset = entry.getValue();
                OffsetSerializeWrapper.getOffsetTable().put(entry.getKey(),
                    Offset);
            }
        }
        String jsonString = OffsetSerializeWrapper.toJson(true);
        if (jsonString != null) {
            try {
                MixAll.string2File(jsonString, this.storePath);
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
    private OffsetSerializeWrapper readLocalOffset() {
        String content = null;
        try {
            content = MixAll.file2String(this.storePath);
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        if (null == content || content.length() == 0) {
            return null;
        } else {
            OffsetSerializeWrapper OffsetSerializeWrapper = null;
```

```
                try {
                    OffsetSerializeWrapper =
                            OffsetSerializeWrapper.fromJson(content, Offset-
                                SerializeWrapper.class);
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
                return OffsetSerializeWrapper;
            }
        }
    }
```

了解 OffsetStore 的存储机制以后，我们看看如何设置 Consumer 读取消息的初始位置。DefaultMQPushConsumer 类里有个函数用来设置从哪儿开始消费消息：比如 setConsumeFromWhere(ConsumeFromWhere.CONSUME_FROM_FIRST_OFFSET)，这个语句设置从最小的 Offset 开始读取。如果从队列开始到感兴趣的消息之间有很大的范围，用 CONSUME_FROM_FIRST_OFFSET 参数就不合适了，可以设置从某个时间开始消费消息，比如 Consumer.setConsumeFromWhere(ConsumeFromWhere.CONSUME_FROM_TIMESTAMP)，Consumer.setConsumeTimestamp("20131223171201")，时间戳格式是精确到秒的。

注意设置读取位置不是每次都有效，它的优先级默认在 Offset Store 后面，比如在 DefaultMQPushConsumer 的 BROADCASTING 方式下，默认是从 Broker 里读取某个 Topic 对应 ConsumerGroup 的 Offset，当读取不到 Offset 的时候，ConsumeFromWhere 的设置才生效。大部分情况下这个设置在 Consumer Group 初次启动时有效。如果 Consumer 正常运行后被停止，然后再启动，会接着上次的 Offset 开始消费，ConsumeFromWhere 的设置无效。

3.4 自定义日志输出

Log 是监控系统状态，排查问题的重要手段，RocketMQ 的默认 Log 存储位置是：${user.home}/Logs/rocketmqLogs，Log 配置文件的设置可以通过 JVM 启动参数、环境变量、代码中的设置语句这三种方式来配置。

RocketMQ 日志相关的代码在 org.apache.rocketmq.Client.Log ClientLogger 类中，从源码中可以看到所有的配置选项。比如想更改 RocketMQ Client 的 Log level，可以通过 -Drocketmq.Client.LogLevel 来设置，或者在程序启动时使用 System.setProperty("rocketmq.Client.LogLevel","WARN") 来设置。

RocketMQ 的 Log 实现是基于 slf4j 的，支持 Logback、Log4j。RocketMQ Client 里已经有 Logback 的相关包，可以直接使用 Logback。我们可以通过 Logback 的配置文件对日志进行细粒度的控制。

接下来以一个 maven 项目为例，具体说明如何使用自定义的 Log 配置。

首先需要把 rocketmq.Client.Log.loadconfig 参数设置为 false，可以在程序中使用 System.setProperty("rocketmq.Client.Log.loadconfig","false") 语句，或者在 JVM 启动时使用 -D 参数来设置。然后把 Logback.xml 放到 maven 项目的 resources 文件夹下。在 Logback.xml 示例配置里，在原有 RocketMQ 日志的基础上，增加了 STDOUT 输出，这样可以把 RocketMQ 的日志输出到应用系统 console 中，便于调试时发现问题，如代码清单 3-12 所示。

代码清单3-12　Logback.xml示例

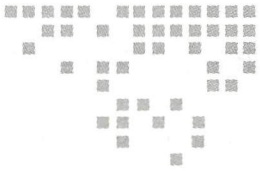
```
<configuration>
    <appender name="RocketmqClientAppender"
              class="ch.qos.Logback.core.rolling.RollingFileAppender">
        <file>/Users/mark.yky/IdeaProjects/mqClientest/Logs/rocketmq_Client.
            Log</file>
        <append>true</append>
        <rollingPolicy  class="ch.qos.Logback.core.rolling.FixedWindow-
            RollingPolicy">
            <fileNamePattern>/Users/mark.yky/IdeaProjects/mqClientest/
                otherdays/rocketmq_Client.%i.Log
            </fileNamePattern>
            <minIndex>1</minIndex>
            <maxIndex>20</maxIndex>
        </rollingPolicy>
        <triggeringPolicy
              class="ch.qos.Logback.core.rolling.SizeBasedTriggeringPolicy">
            <maxFileSize>100MB</maxFileSize>
```

```
            </triggeringPolicy>
            <encoder>
                <pattern>%d{yyy-MM-dd HH:mm:ss,GMT+8} %p %t - %m%n</pattern>
                <charset class="java.nio.charset.Charset">UTF-8</charset>
            </encoder>
        </appender>
        <appender name="STDOUT" class="ch.qos.Logback.core.ConsoleAppender">
            <layout class="ch.qos.Logback.classic.PatternLayout">
                <Pattern>
                    %d{yyy-MM-dd HH:mm:ss,GMT+8} %p %t - %m%n
                </Pattern>
            </layout>
        </appender>
        <Logger name="RocketmqCommon" additivity="false">
            <level value="DEBUG"/>
            <appender-ref ref="RocketmqClientAppender"/>
        </Logger>
        <Logger name="RocketmqRemoting" additivity="false">
            <level value="DEBUG"/>
            <appender-ref ref="RocketmqClientAppender"/>
        </Logger>
        <Logger name="RocketmqClient" additivity="false">
            <level value="DEBUG"/>
            <appender-ref ref="RocketmqClientAppender"/>
            <appender-ref ref="STDOUT"/>
        </Logger>
    </configuration>
```

有了自定义的 Log 配置，就可以根据实际情况，设置每个模块的输出 Level，或者把日志输出到特定的位置。具体的设置方法可以参考 Logback 的日志配置文档：https://Logback.qos.ch/manual/configuration.html。

3.5 本章小结

对消息队列使用者来说，Consumer 和 Producer 是打交道最多的两个类型。本章详细介绍了两种类型的 Consumer 和一种类型的 Producer，用户在使用的时候基于业务需求来选择合适的类型。最后重点介绍了 Offset 和 Log，了解 Offset 机制是正确使用 RocketMQ 的基础，合理使用 Log 可以大幅提高开发、调试的效率。下一章将介绍 RocketMQ 的 NameServer 模块。



第 4 章 Chapter 4

分布式消息队列的协调者

对于一个消息队列集群来说，系统由很多台机器组成，每个机器的角色、IP 地址都不相同，而且这些信息是变动的。这种情况下，如果一个新的 Producer 或 Consumer 加入，怎么配置连接信息呢？ NameServer 的存在主要是为了解决这类问题，由 NameServer 维护这些配置信息、状态信息，其他角色都通过 NameServer 来协同执行。

4.1 NameServer 的功能

NameServer 是整个消息队列中的状态服务器，集群的各个组件通过它来了解全局的信息。同时，各个角色的机器都要定期向 NameServer 上报自己的状态，超时不上报的话，NameServer 会认为某个机器出故障不可用了，其他的组件会把这个机器从可用列表里移除。

NamServer 可以部署多个，相互之间独立，其他角色同时向多个 NameServer 机器上报状态信息，从而达到热备份的目的。NameServer 本身是无状态的，也就是说 NameServer 中的 Broker、Topic 等状态信息不会持久存储，都是由各个角色定时上报并存储到内存中的（NameServer 支持配置参数的持久化，一般用不到）。

4.1.1 集群状态的存储结构

在 org.apache.rocketmq.namesrv.routeinfo 的 RouteInfoManager 类中，有五个变量，集群的状态就保存在这五个变量中。

- private final HashMap<String/* topic */, List<QueueData>> topicQueueTable
  topicQueueTable 这个结构的 Key 是 Topic 的名称，它存储了所有 Topic 的属性信息。Value 是个 QueueData 队列，队里的长度等于这个 Topic 数据存储的 Master Broker 的个数，QueueData 里存储着 Broker 的名称、读写 queue 的数量、同步标识等。
- private final HashMap<String/* BrokerName */, BrokerData>BrokerAddrTable
  以 BrokerName 为索引，相同名称的 Broker 可能存在多台机器，一个 Master 和多个 Slave。这个结构存储着一个 BrokerName 对应的属性信息，包括所属的 Cluster 名称，一个 Master Broker 和多个 Slave Broker 的地址信息。
- private final HashMap<String/* ClusterName */, Set<String/* BrokerName */>> ClusterAddrTable
  存储的是集群中 Cluster 的信息，结果很简单，就是一个 Cluster 名称对应一个由 BrokerName 组成的集合。
- private final HashMap<String/* BrokerAddr */, BrokerLiveInfo> BrokerLiveTable
  这个结构和 BrokerAddrTable 有关系，但是内容完全不同，这个结构的 Key 是 BrokerAddr，也就是对应着一台机器，BrokerAddrTable 中的 Key 是 BrokerName，多个机器的 BrokerName 可以相同。BrokerLiveTable 存储的内容是这台 Broker 机器的实时状态，包括上次更新状态的时间戳，NameServer 会定期检查这个时间戳，超时没有更新就认为这个 Broker 无效了，将其从 Broker 列表里清除。

- private final HashMap<String/* BrokerAddr */, List<String>/* Filter Server */> filterServerTable

  Filter Server 是过滤服务器，是 RocketMQ 的一种服务端过滤方式，一个 Broker 可以有一个或多个 Filter Server。这个结构的 Key 是 Broker 的地址，Value 是和这个 Broker 关联的多个 Filter Server 的地址。

从上面这五个变量的定义，可以清楚地看出各个组件的状态是如何存储的，NameServer 的主要工作就是维护这五个变量中存储的信息。

4.1.2　状态维护逻辑

本节基于源码分析 NameServer 如何维护各个 Broker 的实时状态，如何根据 Broker 的情况更新各种集群的属性数据。因为其他角色会主动向 NameServer 上报状态，所以 NameServer 的主要逻辑在 DefaultRequestProcessor 类中，根据上报消息里的请求码做相应的处理，更新存储的对应信息。此外，连接断开的事件也会触发状态更新，具体逻辑在 org.apache.rocketmq.namesrv.routeinfo 的 BrokerHousekeepingService 类中，如代码清单 4-1 所示。

代码清单4-1　Channel断开触发的回调函数

```
@Override
public void onChannelClose(String remoteAddr, Channel channel) {
    this.namesrvController.getRouteInfoManager().onChannelDestroy
        (remoteAddr, channel);
}
@Override
public void onChannelException(String remoteAddr, Channel channel) {
    this.namesrvController.getRouteInfoManager().onChannelDestroy
        (remoteAddr, channel);
}
@Override
public void onChannelIdle(String remoteAddr, Channel channel) {
    this.namesrvController.getRouteInfoManager().onChannelDestroy
        (remoteAddr, channel);
}
```

当 NameServer 和 Broker 的长连接断掉以后，onChannelDestroy 函数会被调用，把这个 Broker 的信息清理出去。

NameServer 还有定时检查时间戳的逻辑，Broker 向 NameServer 发送的心跳会更新时间戳，当 NameServer 检查到时间戳长时间没有更新后，便会触发清理逻辑，如代码清单 4-2 所示。

代码清单4-2 定时Check Broker的状态

```
this.scheduledExecutorService.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        NamesrvController.this.routeInfoManager.scanNotActiveBroker();
    }
}, 5, 10, TimeUnit.SECONDS);
```

从代码可以看出是每 10 秒检查一次，时间戳超过 2 分钟则认为 Broker 已失效。

4.2 各个角色间的交互流程

下面从 Topic 的创建入手，结合源码分析一下 NameServer 如何和其他各个组件交互，以及 NameServer 存储的元数据内容的具体含义。

4.2.1 交互流程源码分析

创建 Topic 的代码是在 org.apache.rocketmq.tools.command.topic 里的 UpdateTopicSubCommand 类中，创建 Topic 的命令是 updateTopic 如代码清单 4-3 所示。

代码清单4-3 updateTopic的选项

```
Option("b", "BrokerAddr", true, "create topic to which Broker");
Option("c", "ClusterName", true, "create topic to which Cluster");
```

```
Option("t", "topic", true, "topic name");
Option("r", "readQueueNums", true, "set read queue nums");
Option("w", "writeQueueNums", true, "set write queue nums");
Option("p", "perm", true, "set topic's permission(2|4|6), intro[2:W 4:R;
    6:RW]");
Option("o", "order", true, "set topic's order(true|false");
Option("u", "unit", true, "is unit topic (true|false");
Option("s", "hasUnitSub", true, "has unit sub (true|false");
```

其中 b 和 c 参数比较重要，而且他们俩只有一个会起作用（-b 优先），b 参数指定在哪个 Broker 上创建本 Topic 的 Message Queue，c 参数表示在这个 Cluster 下面所有的 Master Broker 上创建这个 Topic 的 Message Queue，从而达到高可用性的目的。具体的创建动作是通过发送命令触发的，如代码清单 4-9 所示。

代码清单4-4　updateTopic的命令

```
CreateTopicRequestHeader requestHeader = new CreateTopicRequestHeader();
requestHeader.setTopic(topicConfig.getTopicName());
requestHeader.setDefaultTopic(defaultTopic);
requestHeader.setReadQueueNums(topicConfig.getReadQueueNums());
requestHeader.setWriteQueueNums(topicConfig.getWriteQueueNums());
requestHeader.setPerm(topicConfig.getPerm());
requestHeader.setTopicFilterType(topicConfig.getTopicFilterType().name());
requestHeader.setTopicSysFlag(topicConfig.getTopicSysFlag());
requestHeader.setOrder(topicConfig.isOrder());

RemotingCommand request = RemotingCommand.createRequestCommand(RequestCode.
    UPDATE_AND_CREATE_TOPIC, requestHeader)
```

创建 Topic 的命令被发往对应的 Broker，Broker 接到创建 Topic 的请求后，执行具体的创建逻辑，如代码清单 4-5 所示。

代码清单4-5　Broker处理updateTopic命令

```
private RemotingCommand updateAndCreateTopic(ChannelHandlerContext
    ctx, RemotingCommand request) throws RemotingCommandException {
...
```

```
this.BrokerController.getTopicConfigManager().updateTopicConfig(topicConfig);
    //更新本地的topicConfig
        this.BrokerController.registerBrokerAll(false, true); //向NameServer
            发送registerBroker请求
        return null;
    }
```

注意最后一步是向 NameServer 发送注册信息，NameServer 完成创建 Topic 的逻辑后，其他客户端才能发现新增的 Topic，相关逻辑在 org.apache.rocketmq.namesrv.routeinfo 的 RouteInfoManager 类中的 registerBroker 函数里，首先更新 Broker 信息，然后对每个 Master 角色的 Broker，创建一个 QueueData 对象。如果是新建 Topic，就是添加 QueueData 对象；如果是修改 Topic，就是把旧的 QueueData 删除，加入新的 QueueData。

4.2.2 为何不用 ZooKeeper

ZooKeeper 是 Apache 的一个开源软件，为分布式应用程序提供协调服务。那为什么 RocketMQ 要自己造轮子，开发集群的管理程序呢？答案是 ZooKeeper 的功能很强大，包括自动 Master 选举等，RocketMQ 的架构设计决定了它不需要进行 Master 选举，用不到这些复杂的功能，只需要一个轻量级的元数据服务器就足够了。

中间件对稳定性要求很高，RocketMQ 的 NameServer 只有很少的代码，容易维护，所以不需要再依赖另一个中间件，从而减少整体维护成本。

4.3 底层通信机制

分布式系统各个角色间的通信效率很关键，通信效率的高低直接影响系统性能，基于 Socket 实现一个高效的 TCP 通信协议是很有挑战的，本节介绍 RocketMQ 是如何解决这个问题的。

4.3.1　Remoting 模块

RocketMQ 的通信相关代码在 Remoting 模块里，先来看看主要类结构，如图 4-1 所示。

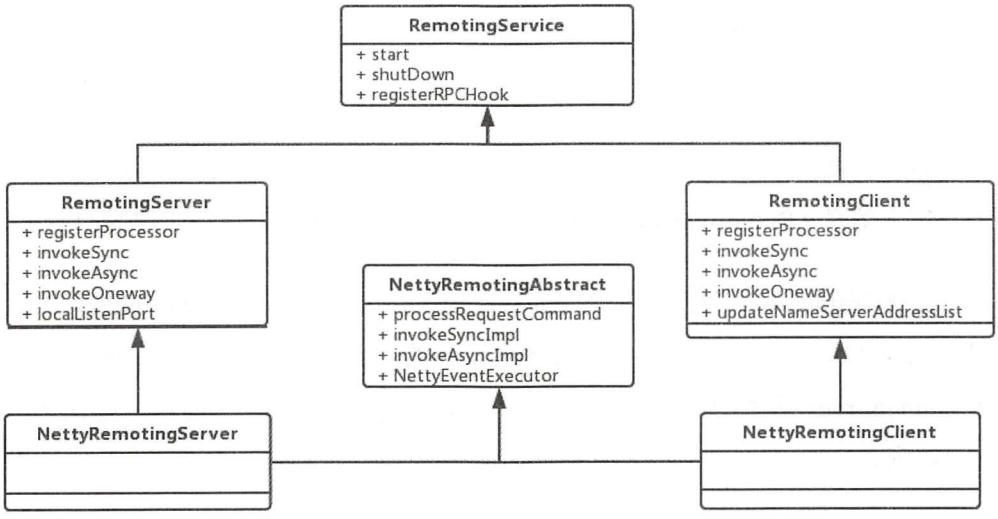


图 4-1　Remoting 模块的类继承关系

RemotingService 为最上层接口，定义了三个方法：

- void start();
- void shutdown();
- void registerRPCHook(RPCHook rpcHook);

RemotingClient 和 RemotingServer 继承 RemotingService 接口，并增加了自己特有的方法。RemotingClient 的主要函数定义如代码清单 4-6 所示。

代码清单4-6　RemotingClient主要函数定义

```
void registerProcessor(final int requestCode, final NettyRequestProcessor
    processor,final ExecutorService executor);
RemotingCommand invokeSync(final String addr, final RemotingCommand
    request, final long timeoutMillis);
void invokeAsync(final String addr, final RemotingCommand request, final
```

```
        long timeoutMillis,final InvokeCallback invokeCallback);
    void invokeOneway(final String addr, final RemotingCommand request, final
        long timeoutMillis);
    void updateNameServerAddressList(final List<String> addrs);
```

然后看看具体的实现类，NettyRemotingClient 和 NettyRemotingServer 分别实现了 RemotingClient 和 RemotingServer，而且都继承了 NettyRemoting-Abstract 类。

通过上面的封装，RocketMQ 各个模块间的通信，可以通过发送统一格式的自定义消息（RemotingCommand）来完成，各个模块间的通信实现简洁明了。

比如 NameServer 模块中，NameServerController 有一个 remotingServer 变量，NameServer 在启动时初始化各个变量，然后启动 remotingServer 即可，剩下 NameServer 要做的是专心实现处理 RemotingCommand 的逻辑，如代码清单 4-7 所示。

代码清单4-7　NameServer处理主流程代码

```
@Override
public RemotingCommand processRequest(ChannelHandlerContext ctx,
    RemotingCommand request) throws RemotingCommandException {
    if (log.isDebugEnabled()) {
        log.debug("receive request, {} {} {}",
            request.getCode(),
            RemotingHelper.parseChannelRemoteAddr(ctx.channel()),
            request);
    }
    switch (request.getCode()) {
        case RequestCode.PUT_KV_CONFIG:
            return this.putKVConfig(ctx, request);
        case RequestCode.GET_KV_CONFIG:
            return this.getKVConfig(ctx, request);
        case RequestCode.DELETE_KV_CONFIG:
            return this.deleteKVConfig(ctx, request);
        case RequestCode.REGISTER_BROKER:
            Version brokerVersion = MQVersion.value2Version(request.
                getVersion());
            if (brokerVersion.ordinal() >= MQVersion.Version.V3_0_11.
                ordinal()) {
                return this.registerBrokerWithFilterServer(ctx, request);
```

```
                } else {
                    return this.registerBroker(ctx, request);
                }
            case RequestCode.UNREGISTER_BROKER:
                return this.unregisterBroker(ctx, request);
            case RequestCode.GET_ROUTEINTO_BY_TOPIC:
                return this.getRouteInfoByTopic(ctx, request);
            case RequestCode.GET_BROKER_CLUSTER_INFO:
                return this.getBrokerClusterInfo(ctx, request);
            case RequestCode.WIPE_WRITE_PERM_OF_BROKER:
                return this.wipeWritePermOfBroker(ctx, request);
            case RequestCode.GET_ALL_TOPIC_LIST_FROM_NAMESERVER:
                return getAllTopicListFromNameserver(ctx, request);
            case RequestCode.DELETE_TOPIC_IN_NAMESRV:
                return deleteTopicInNamesrv(ctx, request);
            case RequestCode.GET_KVLIST_BY_NAMESPACE:
                return this.getKVListByNamespace(ctx, request);
            case RequestCode.GET_TOPICS_BY_CLUSTER:
                return this.getTopicsByCluster(ctx, request);
            case RequestCode.GET_SYSTEM_TOPIC_LIST_FROM_NS:
                return this.getSystemTopicListFromNs(ctx, request);
            case RequestCode.GET_UNIT_TOPIC_LIST:
                return this.getUnitTopicList(ctx, request);
            case RequestCode.GET_HAS_UNIT_SUB_TOPIC_LIST:
                return this.getHasUnitSubTopicList(ctx, request);
            case RequestCode.GET_HAS_UNIT_SUB_UNUNIT_TOPIC_LIST:
                return this.getHasUnitSubUnUnitTopicList(ctx, request);
            case RequestCode.UPDATE_NAMESRV_CONFIG:
                return this.updateConfig(ctx, request);
            case RequestCode.GET_NAMESRV_CONFIG:
                return this.getConfig(ctx, request);
            default:
                break;
        }
        return null;
    }
```

在 Consumer 的源码中，获取消息的底层通信部分同样发送一个 RemotingCommand 请求，返回的 response 也是个 RemotingCommand 类型，如代码清单 4-8 所示。

代码清单4-8　Consumer请求消息底层实现代码

```
private PullResult pullMessageSync(//
    final String addr, // 1
```

```
        final RemotingCommand request, // 2
        final long timeoutMillis// 3
    ) throws RemotingException, InterruptedException, MQBrokerException {
        RemotingCommand response = this.remotingClient.invokeSync(addr,
            request, timeoutMillis);
        assert response != null;
        return this.processPullResponse(response);
    }
```

从源码中可以看出，RocketMQ 中复杂的通信过程，被 RemotingCommand 统一起来，大部分的逻辑都是通过发送、接受并处理 Command 来完成的。

4.3.2 协议设计和编解码

RocketMQ 自己定义了一个通信协议，使得模块间传输的二进制消息和有意义的内容之间互相转换。协议格式如图 4-2 所示。

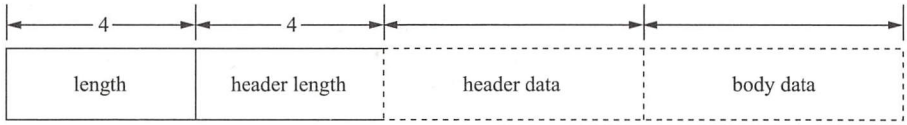


图 4-2 RocketMQ 的通信协议

1）第一部分是大端 4 个字节整数，值等于第二、三、四部分长度的总和；

2）第二部分是大端 4 个字节整数，值等于第三部分的长度；

3）第三部分是通过 Json 序列化的数据；

4）第四部分是通过应用自定义二进制序列化的数据。

消息的解码过程在 RemotingCommand 的 decode 函数里，如代码清单 4-9 所示。

代码清单4-9 消息解码函数

```
public static RemotingCommand decode(final ByteBuffer byteBuffer) {
    int length = byteBuffer.limit();
```

```
        int oriHeaderLen = byteBuffer.getInt();
        int headerLength = getHeaderLength(oriHeaderLen);
        byte[] headerData = new byte[headerLength];
        byteBuffer.get(headerData);
        RemotingCommand cmd = headerDecode(headerData, getProtocolType
            (oriHeaderLen));
        int bodyLength = length - 4 - headerLength;
        byte[] bodyData = null;
        if (bodyLength > 0) {
            bodyData = new byte[bodyLength];
            byteBuffer.get(bodyData);
        }
        cmd.body = bodyData;
        return cmd;
    }
```

对应的消息编码过程在 RemotingCommand 的 encode 函数中，如代码清单 4-10 所示。

代码清单4-10　消息编码函数

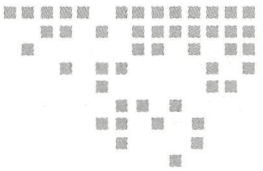
```
    public ByteBuffer encode() {
        // 1> header length size
        int length = 4;
        // 2> header data length
        byte[] headerData = this.headerEncode();
        length += headerData.length;
        // 3> body data length
        if (this.body != null) {
            length += body.length;
        }
        ByteBuffer result = ByteBuffer.allocate(4 + length);
        // length
        result.putInt(length);
        // header length
        result.put(markProtocolType(headerData.length, serializeTypeCurrentRPC));
        // header data
        result.put(headerData);
        // body data;
        if (this.body != null) {
            result.put(this.body);
        }
        result.flip();
        return result;
    }
```

4.3.3 Netty 库

RocketMQ 是基于 Netty 库来完成 RemotingServer 和 RemotingClient 具体的通信实现的，Netty 是个事件驱动的网络编程框架，它屏蔽了 Java Socket、NIO 等复杂细节，用户只需用好 Netty，就可以实现一个“网络编程专家 + 并发编程专家”水平的 Server、Client 网络程序。应用 Netty 有一定的门槛，需要了解它的 EventLoopGroup、Channel、Handler 模型以及各种具体的配置。RocketMQ 利用 Netty 实现的通信类是 NettyRemotingServer 和 NettyRemotingClient，用户也可以参考这两个类的实现来学习使用 Netty。

4.4 本章小结

本章介绍了 NameServer 的功能，NameServer 在 RocketMQ 集群中扮演调度中心的角色。各个 Producer、Consumer 上报自己的状态上去，同时从 NameServer 获取其他角色的状态信息。NameServer 的功能虽然非常重要，但是被设计得很轻量级，代码量少并且几乎无磁盘存储，所有的功能都通过内存高效完成。本章还介绍了底层的通信机制，RocketMQ 基于 Netty 对底层通信做了很好的抽象，使得通信功能逻辑清晰，代码简单。Netty 的介绍和具体的通信实现可以查看第 13 章。



第 5 章 Chapter 5

消息队列的核心机制

Broker 是 RocketMQ 的核心，大部分“重量级”工作都是由 Broker 完成的，包括接收 Producer 发过来的消息、处理 Consumer 的消费消息请求、消息的持久化存储、消息的 HA 机制以及服务端过滤功能等。

5.1 消息存储和发送

分布式队列因为有高可靠性的要求，所以数据要通过磁盘进行持久化存储。用磁盘存储消息，速度会不会很慢呢？能满足实时性和高吞吐量的要求吗？

实际上，磁盘有时候会比你想象的快很多，有时候也会比你想象的慢很多，关键在如何使用，使用得当，磁盘的速度完全可以匹配上网络的数据传输速度。目前的高性能磁盘，顺序写速度可以达到 600MB/s，超过了一般网卡的传输速度，这是磁盘比想象的快的地方。但是磁盘随机写的速度只有大概 100KB/s，和顺序写的性能相差 6000 倍！因为有如此巨大的速度差别，好的消息队列系统会比普通的消息队列系统速度快多个数量级。

举个例子，Linux 操作系统分为“用户态”和“内核态”，文件操作、网络

操作需要涉及这两种形态的切换，免不了进行数据复制，一台服务器把本机磁盘文件的内容发送到客户端，一般分为两个步骤：

1）read(file, tmp_buf, len);，读取本地文件内容；

2）write(socket, tmp_buf, len);，将读取的内容通过网络发送出去。

tmp_buf 是预先申请的内存，这两个看似简单的操作，实际进行了 4 次数据复制，分别是：从磁盘复制数据到内核态内存，从内核态内存复制到用户态内存（完成了 read(file, tmp_buf, len)）；然后从用户态内存复制到网络驱动的内核态内存，最后是从网络驱动的内核态内存复制到网卡中进行传输（完成 write(socket, tmp_buf, len)）。

通过使用 mmap 的方式，可以省去向用户态的内存复制，提高速度。这种机制在 Java 中是通过 MappedByteBuffer 实现的，具体可以参考 Java 7 的文档：https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/nio/MappedByteBuffer.html。RocketMQ 充分利用了上述特性，也就是所谓的“零拷贝”技术，提高消息存盘和网络发送的速度。

5.2 消息存储结构

RocketMQ 的具体消息存储结构是怎样的呢？如何尽量保证顺序写的呢？先来看看整体的架构图，如图 5-1 所示。

RocketMQ 消息的存储是由 ConsumeQueue 和 CommitLog 配合完成的，消息真正的物理存储文件是 CommitLog，ConsumeQueue 是消息的逻辑队列，类似数据库的索引文件，存储的是指向物理存储的地址。每个 Topic 下的每个 Message Queue 都有一个对应的 ConsumeQueue 文件。文件地址在 ${$storeRoot}\consumequeue\${topicName}\${queueId}\${fileName}。

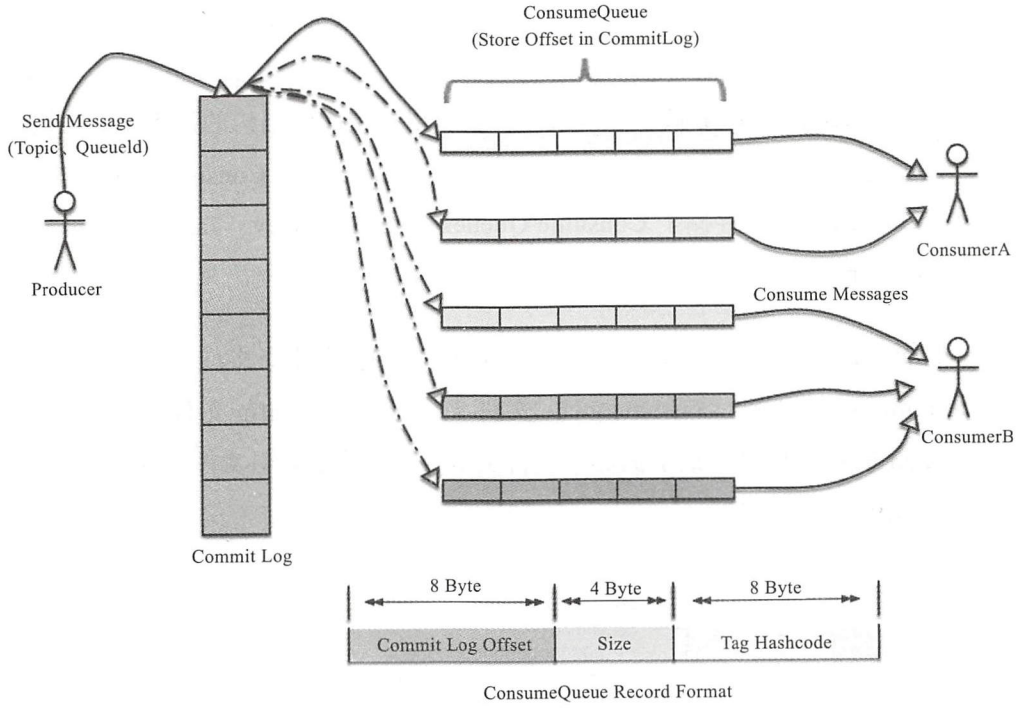


图 5-1　RocketMQ 的存储结构图

CommitLog 以物理文件的方式存放，每台 Broker 上的 CommitLog 被本机器所有 ConsumeQueue 共享，文件地址：${user.home} \store\${commitlog}\${fileName}。在 CommitLog 中，一个消息的存储长度是不固定的，RocketMQ 采取一些机制，尽量向 CommitLog 中顺序写，但是随机读。ConsumeQueue 的内容也会被写到磁盘里作持久存储。

存储机制这样设计有以下几个好处：

1）CommitLog 顺序写，可以大大提高写入效率。

2）虽然是随机读，但是利用操作系统的 pagecache 机制，可以批量地从磁盘读取，作为 cache 存到内存中，加速后续的读取速度。

3）为了保证完全的顺序写，需要 ConsumeQueue 这个中间结构，因为 ConsumeQueue 里只存偏移量信息，所以尺寸是有限的，在实际情况中，大部分的 ConsumeQueue 能够被全部读入内存，所以这个中间结构的操作速度很快，可以认为是内存读取的速度。此外为了保证 CommitLog 和 ConsumeQueue 的一致性，CommitLog 里存储了 Consume Queues、Message Key、Tag 等所有信息，即使 ConsumeQueue 丢失，也可以通过 commitLog 完全恢复出来。

如图 5-2 所示是一个 Broker 在文件系统中存储的各个文件。我们可以看到 commitlog 文件夹、consumequeue 文件夹，还有在 config 文件夹中 Topic、Consumer 的相关信息。最下面那个文件夹 index 存的是索引文件，这个文件用来加快消息查询的速度。

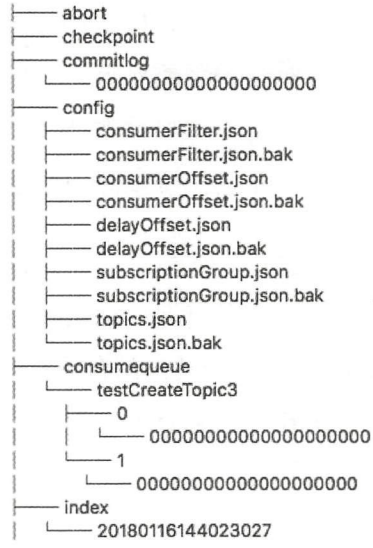


图 5-2　RocketMQ 的 Broker 机器磁盘上的文件存储结构

5.3　高可用性机制

RocketMQ 分布式集群是通过 Master 和 Slave 的配合达到高可用性的，首先说一下 Master 和 Slave 的区别：在 Broker 的配置文件中，参数 brokerId

的值为 0 表明这个 Broker 是 Master，大于 0 表明这个 Broker 是 Slave，同时 brokerRole 参数也会说明这个 Broker 是 Master 还是 Slave。Master 角色的 Broker 支持读和写，Slave 角色的 Broker 仅支持读，也就是 Producer 只能和 Master 角色的 Broker 连接写入消息；Consumer 可以连接 Master 角色的 Broker，也可以连接 Slave 角色的 Broker 来读取消息。

在 Consumer 的配置文件中，并不需要设置是从 Master 读还是从 Slave 读，当 Master 不可用或者繁忙的时候，Consumer 会被自动切换到从 Slave 读。有了自动切换 Consumer 这种机制，当一个 Master 角色的机器出现故障后，Consumer 仍然可以从 Slave 读取消息，不影响 Consumer 程序。这就达到了消费端的高可用性。

如何达到发送端的高可用性呢？在创建 Topic 的时候，把 Topic 的多个 Message Queue 创建在多个 Broker 组上（相同 Broker 名称，不同 brokerId 的机器组成一个 Broker 组），这样当一个 Broker 组的 Master 不可用后，其他组的 Master 仍然可用，Producer 仍然可以发送消息。RocketMQ 目前还不支持把 Slave 自动转成 Master，如果机器资源不足，需要把 Slave 转成 Master，则要手动停止 Slave 角色的 Broker，更改配置文件，用新的配置文件启动 Broker。

5.4　同步刷盘和异步刷盘

RocketMQ 的消息是存储到磁盘上的，这样既能保证断电后恢复，又可以让存储的消息量超出内存的限制。RocketMQ 为了提高性能，会尽可能地保证磁盘的顺序写。消息在通过 Producer 写入 RocketMQ 的时候，有两种写磁盘方式，下面逐一介绍。

- 异步刷盘方式：在返回写成功状态时，消息可能只是被写入了内存的 PAGECACHE，写操作的返回快，吞吐量大；当内存里的消息量积累到一定程度时，统一触发写磁盘动作，快速写入。

- 同步刷盘方式：在返回写成功状态时，消息已经被写入磁盘。具体流程是，消息写入内存的 PAGECACHE 后，立刻通知刷盘线程刷盘，然后等待刷盘完成，刷盘线程执行完成后唤醒等待的线程，返回消息写成功的状态。

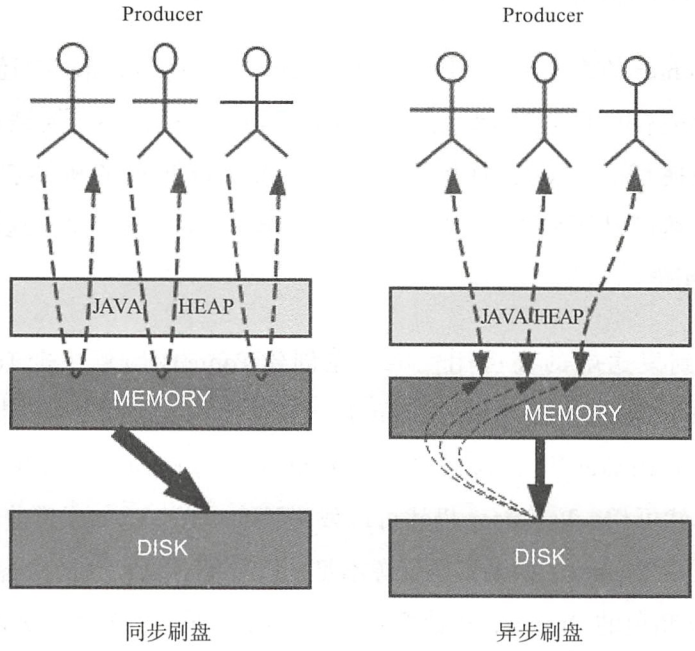


图 5-3 同步刷盘和异步刷盘

同步刷盘还是异步刷盘，是通过 Broker 配置文件里的 flushDiskType 参数设置的，这个参数被配置成 SYNC_FLUSH、ASYNC_FLUSH 中的一个。

5.5 同步复制和异步复制

如果一个 Broker 组有 Master 和 Slave，消息需要从 Master 复制到 Slave 上，有同步和异步两种复制方式。同步复制方式是等 Master 和 Slave 均写成功后才反馈给客户端写成功状态；异步复制方式是只要 Master 写成功即可反馈给客户端写成功状态。

这两种复制方式各有优劣，在异步复制方式下，系统拥有较低的延迟和较高的吞吐量，但是如果 Master 出了故障，有些数据因为没有被写入 Slave，有可能会丢失；在同步复制方式下，如果 Master 出故障，Slave 上有全部的备份数据，容易恢复，但是同步复制会增大数据写入延迟，降低系统吞吐量。

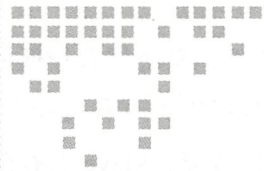
同步复制和异步复制是通过 Broker 配置文件里的 brokerRole 参数进行设置的，这个参数可以被设置成 ASYNC_MASTER、SYNC_MASTER、SLAVE 三个值中的一个。

实际应用中要结合业务场景，合理设置刷盘方式和主从复制方式，尤其是 SYNC_FLUSH 方式，由于频繁地触发磁盘写动作，会明显降低性能。通常情况下，应该把 Master 和 Save 配置成 ASYNC_FLUSH 的刷盘方式，主从之间配置成 SYNC_MASTER 的复制方式，这样即使有一台机器出故障，仍然能保证数据不丢，是个不错的选择。

5.6　本章小结

本章介绍了 RocketMQ 消息队列实现的难点及核心，即“队列”本身的实现，基于磁盘做一个读写效率高的队列并非易事，实现不好就会使磁盘操作成为整个系统的瓶颈，无法提升系统的吞吐量。RocketMQ 基于“顺序写”“随机读”的原则来设计，利用“零拷贝”技术，克服了磁盘操作的瓶颈。

另一个难点是为了高可用性而设计的主从机制，数据被及时复制到多个机器，这样当一台机器出故障后，整体系统依然可用。这样可靠性和性能能直接有个权衡，RocketMQ 把选择权留给用户，用户根据具体的业务场景来选择要更高的可靠性，还是要更高的效率。



Chapter 6 第 6 章

可靠性优先的使用场景

本章的重点是可靠性，解决如何让消息队列满足业务逻辑需求，同时稳定、可靠地长期运行。

6.1 顺序消息

顺序消息是指消息的消费顺序和产生顺序相同，在有些业务逻辑下，必须保证顺序。比如订单的生成、付款、发货，这 3 个消息必须按顺序处理才行。顺序消息分为全局顺序消息和部分顺序消息，全局顺序消息指某个 Topic 下的所有消息都要保证顺序；部分顺序消息只要保证每一组消息被顺序消费即可，比如上面订单消息的例子，只要保证同一个订单 ID 的三个消息能按顺序消费即可。

6.1.1 全局顺序消息

RocketMQ 在默认情况下不保证顺序，比如创建一个 Topic，默认八个写队列，八个读队列。这时候一条消息可能被写入任意一个队列里；在数据的读取过程中，可能有多个 Consumer，每个 Consumer 也可能启动多个线程并行处

理，所以消息被哪个 Consumer 消费，被消费的顺序和写入的顺序是否一致是不确定的。

要保证全局顺序消息，需要先把 Topic 的读写队列数设置为一，然后 Producer 和 Consumer 的并发设置也要是一。简单来说，为了保证整个 Topic 的全局消息有序，只能消除所有的并发处理，各部分都设置成单线程处理。这时高并发、高吞吐量的功能完全用不上了。

在实际应用中，更多的是像订单类消息那样，只需要部分有序即可。在这种情况下，我们经过合适的配置，依然可以利用 RocketMQ 高并发、高吞吐量的能力。

6.1.2　部分顺序消息

要保证部分消息有序，需要发送端和消费端配合处理。在发送端，要做到把同一业务 ID 的消息发送到同一个 Message Queue；在消费过程中，要做到从同一个 Message Queue 读取的消息不被并发处理，这样才能达到部分有序。

发送端使用 MessageQueueSelector 类来控制把消息发往哪个 Message Queue，如代码清单 6-1 所示。

代码清单6-1　MessageQueueSelector示例

```
for (int i = 0; i < 100; i++) {
    int orderId = i;
    //Create a message instance, specifying topic, tag and message body.
    Message msg = new Message("OrderTopic8", tags, "KEY" + i,
        ("Hello RocketMQ " +orderId+"   "+ i).getBytes(RemotingHelper.
            DEFAULT_CHARSET));
    SendResult sendResult = Producer.send(msg, new MessageQueueSelector()
{
        @Override
        public MessageQueue select(List<MessageQueue> mqs, Message msg,
            Object arg) {
            System.out.println("queue selector mq nums:"+mqs.size());
            System.out.println("msg info:"+msg.toString());
```

```
            for(MessageQueue mq: mqs){
                System.out.println(mq.toString());
            }
            Integer id = (Integer) arg;
            int index = id % mqs.size();
            return mqs.get(index);
        }
    }, orderId);
    System.out.println(sendResult);
}
```

消费端通过使用 MessageListenerOrderly 类来解决单 Message Queue 的消息被并发处理的问题，如代码清单 6-2 所示。

代码清单6-2 MessageListenerOrderly示例

```
consumer.registerMessageListener(new MessageListenerOrderly() {
    AtomicLong consumeTimes = new AtomicLong(0);
    @Override
    public ConsumeOrderlyStatus consumeMessage(List<MessageExt> msgs,
                                ConsumeOrderlyContext context) {
        System.out.printf(" Received New Messages: " + new String(msgs.
            get(0).getBody()) + "%n");
            return ConsumeOrderlyStatus.SUCCESS;
    }
});
```

Consumer 使用 MessageListenerOrderly 的时候，下面四个 Consumer 的设置依旧可以使用：setConsumeThreadMin、setConsumeThreadMax、setPullBatchSize、setConsumeMessageBatchMaxSize。前两个参数设置 Consumer 的线程数，PullBatchSize 指的是一次从 Broker 的一个 Message Queue 获取消息的最大数量，默认值是 32，ConsumeMessageBatchMaxSize 指的是这个 Consumer 的 Executor（也就是调用 MessageListener 处理的地方）一次传入的消息数（List<MessageExt> msgs 这个链表的最大长度），默认值是 1。

上述四个参数可以使用，说明 MessageListenerOrderly 并不是简单地禁止并发处理。在 MessageListenerOrderly 的实现中，为每个 Consumer Queue 加个锁，消费每个消息前，需要先获得这个消息对应的 Consumer Queue 所对应的

锁，这样保证了同一时间，同一个 Consumer Queue 的消息不被并发消费，但不同 Consumer Queue 的消息可以并发处理。

6.2　消息重复问题

对分布式消息队列来说，同时做到确保一定投递和不重复投递是很难的，也就是所谓的“有且仅有一次”。在鱼和熊掌不可兼得的情况下，RocketMQ 选择了确保一定投递，保证消息不丢失，但有可能造成消息重复。

消息重复一般情况下不会发生，但是如果消息量大，网络有波动，消息重复就是个大概率事件。比如 Producer 有个函数 setRetryTimesWhenSendFailed，设置在同步方式下自动重试的次数，默认值是 2，这样当第一次发送消息时，Broker 端接收到了消息但是没有正确返回发送成功的状态，就造成了消息重复。

解决消息重复有两种方法：第一种方法是保证消费逻辑的幂等性（多次调用和一次调用效果相同）；另一种方法是维护一个已消费消息的记录，消费前查询这个消息是否被消费过。这两种方法都需要使用者自己实现。

6.3　动态增减机器

一个消息队列集群由多台机器组成，持续稳定地提供服务，因为业务需求或硬件故障，经常需要增加或减少各个角色的机器，本节介绍如何在不影响服务稳定性的情况下动态地增减机器。

6.3.1　动态增减 NameServer

NameServer 是 RocketMQ 集群的协调者，集群的各个组件是通过 NameServer 获取各种属性和地址信息的。主要功能包括两部分：一个各个

Broker 定期上报自己的状态信息到 NameServer；另一个是各个客户端，包括 Producer、Consumer，以及命令行工具，通过 NameServer 获取最新的状态信息。所以，在启动 Broker、生产者和消费者之前，必须告诉它们 NameServer 的地址，为了提高可靠性，建议启动多个 NameServer。NameServer 占用资源不多，可以和 Broker 部署在同一台机器。有多个 NameServer 后，减少某个 NameServer 不会对其他组件产生影响。

有四种种方式可设置 NameServer 的地址，下面按优先级由高到低依次介绍：

1）通过代码设置，比如在 Producer 中，通过 Producer.setNamesrvAddr ("name-server1-ip:port;name-server2-ip:port") 来设置。在 mqadmin 命令行工具中，是通过 -n name-server-ip1:port;name-server-ip2:port 参数来设置的，如果自定义了命令行工具，也可以通过 defaultMQAdminExt.setNamesrvAddr("name-server1-ip:port;name-server2-ip:port") 来设置。

2）使用 Java 启动参数设置，对应的 option 是 rocketmq.namesrv.addr。

3）通过 Linux 环境变量设置，在启动前设置变量：NAMESRV_ADDR。

4）通过 HTTP 服务来设置，当上述方法都没有使用，程序会向一个 HTTP 地址发送请求来获取 NameServer 地址，默认的 URL 是 http://jmenv.tbsite.net:8080/rocketmq/nsaddr（淘宝的测试地址），通过 rocketmq.namesrv.domain 参数来覆盖 jmenv.tbsite.net；通过 rocketmq.namesrv.domain.subgroup 参数来覆盖 nsaddr。

第 4 种方式看似繁琐，但它是唯一支持动态增加 NameServer，无须重启其他组件的方式。使用这种方式后其他组件会每隔 2 分钟请求一次该 URL，获取最新的 NameServer 地址。

6.3.2　动态增减 Broker

由于业务增长，需要对集群进行扩容的时候，可以动态增加 Broker 角色的机器。只增加 Broker 不会对原有的 Topic 产生影响，原来创建好的 Topic 中数据的读写依然在原来的那些 Broker 上进行。

集群扩容后，一是可以把新建的 Topic 指定到新的 Broker 机器上，均衡利用资源；另一种方式是通过 updateTopic 命令更改现有的 Topic 配置，在新加的 Broker 上创建新的队列。比如 TestTopic 是现有的一个 Topic，因为数据量增大需要扩容，新增的一个 Broker 机器地址是 192.168.0.1:10911，这个时候执行下面的命令：sh ./bin/mqadmin updateTopic -b 192.168.0.1:10911 -t TestTopic -n 192.168.0.100:9876，结果是在新增的 Broker 机器上，为 TestTopic 新创建了 8 个读写队列。

如果因为业务变动或者置换机器需要减少 Broker，此时该如何操作呢？减少 Broker 要看是否有持续运行的 Producer，当一个 Topic 只有一个 Master Broker，停掉这个 Broker 后，消息的发送肯定会受到影响，需要在停止这个 Broker 前，停止发送消息。

当某个 Topic 有多个 Master Broker，停了其中一个，这时候是否会丢失消息呢？答案和 Producer 使用的发送消息的方式有关，如果使用同步方式 send（msg）发送，在 DefaultMQProducer 内部有个自动重试逻辑，其中一个 Broker 停了，会自动向另一个 Broker 发消息，不会发生丢消息现象。如果使用异步方式发送 send（msg, callback），或者用 sendOneWay 方式，会丢失切换过程中的消息。因为在异步和 sendOneWay 这两种发送方式下，Producer.setRetryTimesWhenSendFailed 设置不起作用，发送失败不会重试。DefaultMQProducer 默认每 30 秒到 NameServer 请求最新的路由消息，Producer 如果获取不到已停止的 Broker 下的队列信息，后续就自动不再向这些队列发送消息。

如果 Producer 程序能够暂停，在有一个 Master 和一个 Slave 的情况下也可以顺利切换。可以关闭 Producer 后关闭 Master Broker，这个时候所有的读取都会被定向到 Slave 机器，消费消息不受影响。把 Master Broker 机器置换完后，基于原来的数据启动这个 Master Broker，然后再启动 Producer 程序正常发送消息。

用 Linux 的 kill pid 命令就可以正确地关闭 Broker，BrokerController 下有个 shutdown 函数，这个函数被加到了 ShutdownHook 里，当用 Linux 的 kill 命令时（不能用 kill -9），shutdown 函数会先被执行。也可以通过 RocketMQ 提供的工具（mqshutdown broker）来关闭 Broker，它们的原理是一样的。

6.4 各种故障对消息的影响

我们期望消息队列集群一直可靠稳定地运行，但有时候故障是难免的，本节我们列出可能的故障情况，看看如何处理：

1）Broker 正常关闭，启动；

2）Broker 异常 Crash，然后启动；

3）OS Crash，重启；

4）机器断电，但能马上恢复供电；

5）磁盘损坏；

6）CPU、主板、内存等关键设备损坏。

假设现有的 RocketMQ 集群，每个 Topic 都配有多 Master 角色的 Broker 供写入，并且每个 Master 都至少有一个 Slave 机器（用两台物理机就可以实现上述配置），我们来看看在上述情况下消息的可靠性情况。

第 1 种情况属于可控的软件问题，内存中的数据不会丢失。如果重启过程中有持续运行的 Consumer，Master 机器出故障后，Consumer 会自动重连到对应的 Slave 机器，不会有消息丢失和偏差。当 Master 角色的机器重启以后，Consumer 又会重新连接到 Master 机器（注意在启动 Master 机器的时候，如果 Consumer 正在从 Slave 消费消息，不要停止 Consumer。假如此时先停止 Consumer 后再启动 Master 机器，然后再启动 Consumer，这个时候 Consumer 就会去读 Master 机器上已经滞后的 offset 值，造成消息大量重复）。

如果第 1 种情况出现时有持续运行的 Producer，一台 Master 出故障后，Producer 只能向 Topic 下其他的 Master 机器发送消息，如果 Producer 采用同步发送方式，不会有消息丢失。

第 2、3、4 种情况属于软件故障，内存的数据可能丢失，所以刷盘策略不同，造成的影响也不同，如果 Master、Slave 都配置成 SYNC_FLUSH，可以达到和第 1 种情况相同的效果。

第 5、6 种情况属于硬件故障，发生第 5、6 种情况的故障，原有机器的磁盘数据可能会丢失。如果 Master 和 Slave 机器间配置成同步复制方式，某一台机器发生 5 或 6 的故障，也可以达到消息不丢失的效果。如果 Master 和 Slave 机器间是异步复制，两次 Sync 间的消息会丢失。

总的来说，当设置成：

1）多 Master，每个 Master 带有 Slave；

2）主从之间设置成 SYNC_MASTER；

3）Producer 用同步方式写；

4）刷盘策略设置成 SYNC_FLUSH。

就可以消除单点依赖，即使某台机器出现极端故障也不会丢消息。

6.5 消息优先级

有些场景，需要应用程序处理几种类型的消息，不同消息的优先级不同。RocketMQ 是个先入先出的队列，不支持消息级别或者 Topic 级别的优先级。业务中简单的优先级需求，可以通过间接的方式解决，下面列举三种优先级相关需求的具体处理方法。

第一种是比较简单的情况，如果当前 Topic 里有多种相似类型的消息，比如类型 AA、AB、AC，当 AB、AC 的消息量很大，但是处理速度比较慢的时候，队列里会有很多 AB、AC 类型的消息在等候处理，这个时候如果有少量 AA 类型的消息加入，就会排在 AB、AC 类型消息后面，需要等候很长时间才能被处理。

如果业务需要 AA 类型的消息被及时处理，可以把这三种相似类型的消息分拆到两个 Topic 里，比如 AA 类型的消息在一个单独的 Topic，AB、AC 类型的消息在另外一个 Topic。把消息分到两个 Topic 中以后，应用程序创建两个 Consumer，分别订阅不同的 Topic，这样消息 AA 在单独的 Topic 里，不会因为 AB、AC 类型的消息太多而被长时间延时处理。

第二种情况和第一种情况类似，但是不用创建大量的 Topic。举个实际应用场景：一个订单处理系统，接收从 100 家快递门店过来的请求，把这些请求通过 Producer 写入 RocketMQ；订单处理程序通过 Consumer 从队列里读取消息并处理，每天最多处理 1 万单。如果这 100 个快递门店中某几个门店订单量大增，比如门店一接了个大客户，一个上午就发出 2 万单消息请求，这样其他的 99 家门店可能被迫等待门店一的 2 万单处理完，也就是两天后订单才能被处理，显然很不公平。

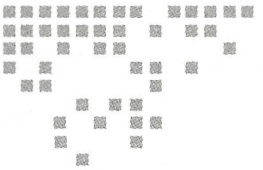
这时可以创建一个 Topic，设置 Topic 的 MessageQueue 数量超过 100 个，Producer 根据订单的门店号，把每个门店的订单写入一个 MessageQueue。DefaultMQPushConsumer 默认是采用循环的方式逐个读取一个 Topic 的所有 MessageQueue，这样如果某家门店订单量大增，这家门店对应的 MessageQueue 消息数增多，等待时间增长，但不会造成其他家门店等待时间增长。

DefaultMQPushConsumer 默认的 pullBatchSize 是 32，也就是每次从某个 MessageQueue 读取消息的时候，最多可以读 32 个。在上面的场景中，为了更加公平，可以把 pullBatchSize 设置成 1。

第三种情况是强优先级需求，上两种情况对消息的“优先级”要求不高，更像一个保证公平处理的机制，避免某类消息的增多阻塞其他类型的消息。现在有一个应用程序同时处理 TypeA、TypeB、TypeC 三类消息。TypeA 处于第一优先级，要确保只要有 TypeA 消息，必须优先处理；TypeB 处于第二优先级；TypeC 处于第三优先级。对这种要求，或者逻辑更复杂的要求，就要用户自己编码实现优先级控制，如果上述的三类消息在一个 Topic 里，可以使用 PullConsumer，自主控制 MessageQueue 的遍历，以及消息的读取；如果上述三类消息在三个 Topic 下，需要启动三个 Consumer，实现逻辑控制三个 Consumer 的消费。

6.6　本章小结

本章根据使用场景，讨论如何“可靠”地收发消息。即在要求消息顺序的场景下，如何既能并发执行，又能保证消息顺序；然后分析在可能的故障场景下，如何应对以保证不丢消息、不中断服务。RocketMQ 在设计上，有重试机制来保证消息不丢，造成的结果是可能存在消息重复，这一点需要用户根据具体业务场景来处理。下一章将讨论处理大数据量消息的方法。



Chapter 7 第 7 章

吞吐量优先的使用场景

本章介绍在大流量场景下，提高 RocketMQ 集群吞吐量的一些方法，有些方法当服务器出异常时会增大丢消息的概率，用户需要根据业务需求酌情使用。

7.1 在 Broker 端进行消息过滤

在 Broker 端进行消息过滤，可以减少无效消息发送到 Consumer，少占用网络带宽从而提高吞吐量。Broker 端有三种方式进行消息过滤。

7.1.1 消息的 Tag 和 Key

对一个应用来说，尽可能只用一个 Topic，不同的消息子类型用 Tag 来标识（每条消息只能有一个 Tag），服务器端基于 Tag 进行过滤，并不需要读取消息体的内容，所以效率很高。发送消息设置了 Tag 以后，消费方在订阅消息时，才可以利用 Tag 在 Broker 端做消息过滤。

其次是消息的 Key。对发送的消息设置好 Key，以后可以根据这个 Key 来查找消息。所以这个 Key 一般用消息在业务层面的唯一标识码来表示，这样后

续查询消息异常，消息丢失等都很方便。Broker 会创建专门的索引文件，来存储 Key 到消息的映射，由于是哈希索引，应尽量使 Key 唯一，避免潜在的哈希冲突。

Tag 和 Key 的主要差别是使用场景不同，Tag 用在 Consumer 的代码中，用来进行服务端消息过滤，Key 主要用于通过命令行查询消息。

7.1.2　通过 Tag 进行过滤

用 Tag 方式进行过滤的方法是传入感兴趣的 Tag 标签，Tag 标签是一个普通字符串，是在创建 Message 的时候添加的，一个 Message 只能有一个 Tag。使用 Tag 方式过滤非常高效，Broker 端可以在 ConsumeQueue 中做这种过滤，只从 CommitLog 里读取过滤后被命中的消息。看一下 ConsumerQueue 的存储格式，如图 7-1 所示。

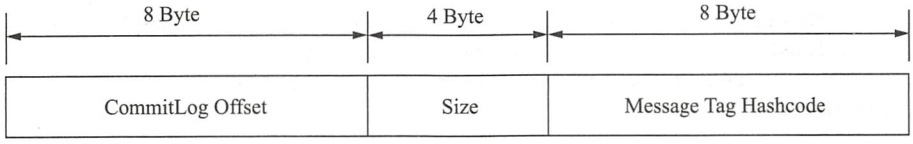


图 7-1　ConsumerQueue 的存储格式

Consume Queue 的第三部分存储的是 Tag 对应的 hashcode，是一个定长的字符串，通过 Tag 过滤的过程就是对比定长的 hashcode。经过 hashcode 对比，符合要求的消息被从 CommitLog 读取出来，不用担心 Hash 冲突问题，消息在被消费前，会对比完整的 Message Tag 字符串，消除 Hash 冲突造成的误读。

7.1.3　用 SQL 表达式的方式进行过滤

使用 Tag 方式过滤虽然高效，但是支持的逻辑比较简单，在构造 Message 的时候，还可以通过 putUserProperty 函数来增加多个自定义的属性，基于这些

属性可以做复杂的过滤逻辑，如代码清单 7-1 所示。

代码清单7-1　在消息中增加自定义属性

```
Message msg = new Message("TopicTest",
    tag,
    ("Hello RocketMQ " + i).getBytes(RemotingHelper.DEFAULT_CHARSET)
);
// Set some properties.
msg.putUserProperty("a", String.valueOf(i));
msg.putUserProperty("b",   "hello" );
```

代码中这个消息就有了两个特殊的属性值 a 和 b，我们用类似 SQL 表达式的方式对消息进行过滤，用法如下（目前只支持在 PushConsumer 中实现这种过滤）：

```
DefaultMQPushConsumer consumer = new DefaultMQPushConsumer("please_
    rename_unique_group_name_4");   // only subsribe messages have
    property a, also a >=0 and a <= 3 consumer.subscribe("TopicTest",
    MessageSelector.bySql("a between 0 and 3");
consumer.registerMessageListener(new MessageListenerConcurrently()
{     @Override     public ConsumeConcurrentlyStatus consumeMessage
    (List<MessageExt> msgs, ConsumeConcurrentlyContext context)
{           return ConsumeConcurrentlyStatus.CONSUME_SUCCESS;       } });
consumer.start();
```

类似 SQL 的过滤表达式，支持如下语法：

- 数字对比，比如 >、>=、<、<=、BETWEEN、=；
- 字符串对比，比如 =、<>、IN；
- IS NULL or IS NOT NULL；
- 逻辑符号 AND、OR、NOT。

支持的数据类型：

- 数字型，比如 123、3.1415；
- 字符型，比如 'abc'、注意必须用单引号；
- NULL，这个特殊字符；

❑ 布尔型，TRUEorFALSE。

SQL 表达式方式的过滤需要 Broker 先读出消息里的属性内容，然后做 SQL 计算，增大磁盘压力，没有 Tag 方式高效。

7.1.4　Filter Server 方式过滤

Filter Server 是一种比 SQL 表达式更灵活的过滤方式，允许用户自定义 Java 函数，根据 Java 函数的逻辑对消息进行过滤。

要使用 Filter Server，首先要在启动 Broker 前在配置文件里加上 filterServer-Nums = 3 这样的配置，Broker 在启动的时候，就会在本机启动 3 个 Filter Server 进程。Filter Server 类似一个 RocketMQ 的 Consumer 进程，它从本机 Broker 获取消息，然后根据用户上传过来的 Java 函数进行过滤，过滤后的消息再传给远端的 Consumer。这种方式会占用很多 Broker 机器的 CPU 资源，要根据实际情况谨慎使用。上传的 java 代码也要经过检查，不能有申请大内存、创建线程等这样的操作，否则容易造成 Broker 服务器宕机。实现过滤逻辑的示例如代码清单 7-2 所示。

代码清单7-2　实现过滤逻辑的代码示例

```
public class MessageFilterImpl implements MessageFilter {
    @Override
    public boolean match(MessageExt msg) {
        String property = msg.getUserProperty("SequenceId");
        if (property != null) {
            int id = Integer.parseInt(property);
            if ((id % 3) == 0 && (id > 10)) {
                return true;
            }
        }
        return false;
    }
}
```

上面代码实现了过滤逻辑，它是根据消息的“ SequenceId”这个属性来过

滤的，其实不一定要根据消息属性来过滤，也可以根据消息体的内容或其他特征过滤，如代码清单 7-3 所示。

代码清单7-3 使用FilterServer的Consumer示例

```
public static void main(String[] args) throws InterruptedException,
MQClientException {
    DefaultMQPushConsumer consumer = new DefaultMQPushConsumer("Consumer-
        GroupNamecc4");
    // 使用Java代码，在服务器做消息过滤
    String filterCode = MixAll.file2String("/home/admin/MessageFilterImpl.
        java");
        consumer.subscribe("TopicFilter7", "com.alibaba.rocketmq.example.
            filter.MessageFilterImpl", filterCode);
        consumer.registerMessageListener(new MessageListenerConcurrently() {

            @Override
            public ConsumeConcurrentlyStatus consumeMessage(List<MessageExt>
                msgs,
                ConsumeConcurrentlyContext context) {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "
                Receive New Messages: " + msgs);
                return ConsumeConcurrentlyStatus.CONSUME_SUCCESS;
            }
        });
        consumer.start();
        System.out.println("Consumer Started.");
    }
```

在使用 Filter Server 的 Consumer 例子中，主要是把实现过滤逻辑的类作为参数传到 Broker 端，Broker 端的 Filter Server 会解析这个类，然后根据 match 函数里的逻辑进行过滤。

7.2 提高 Consumer 处理能力

当 Consumer 的处理速度跟不上消息的产生速度，会造成越来越多的消息积压，这个时候首先查看消费逻辑本身有没有优化空间，除此之外还有三种方法可以提高 Consumer 的处理能力。

（1）提高消费并行度

在同一个 ConsumerGroup 下（Clustering 方式），可以通过增加 Consumer 实例的数量来提高并行度，通过加机器，或者在已有机器中启动多个 Consumer 进程都可以增加 Consumer 实例数。注意总的 Consumer 数量不要超过 Topic 下 Read Queue 数量，超过的 Consumer 实例接收不到消息。此外，通过提高单个 Consumer 实例中的并行处理的线程数，可以在同一个 Consumer 内增加并行度来提高吞吐量（设置方法是修改 consumeThreadMin 和 consumeThreadMax）。

（2）以批量方式进行消费

某些业务场景下，多条消息同时处理的时间会大大小于逐个处理的时间总和，比如消费消息中涉及 update 某个数据库，一次 update10 条的时间会大大小于十次 update1 条数据的时间。这时可以通过批量方式消费来提高消费的吞吐量。实现方法是设置 Consumer 的 consumeMessageBatchMaxSize 这个参数，默认是 1，如果设置为 N，在消息多的时候每次收到的是个长度为 N 的消息链表。

（3）检测延时情况，跳过非重要消息

Consumer 在消费的过程中，如果发现由于某种原因发生严重的消息堆积，短时间无法消除堆积，这个时候可以选择丢弃不重要的消息，使 Consumer 尽快追上 Producer 的进度，如代码清单 7-4 所示。

代码清单7-4　判断消息堆积并处理示例

```
public ConsumeConcurrentlyStatus consumeMessage(List<MessageExt> msgs,
    ConsumeConcurrentlyContext context) {
long Offset = msgs.get(0).getQueueOffset();
String maxOffset = msgs.get(0).getProperty(Message.PROPERTY_MAX_OFFSET);
long diff = Long.parseLong(maxOffset) - Offset;
if (diff > 90000) {
return ConsumeConcurrentlyStatus.CONSUME_SUCCESS;
}
//正常消费消息
 return ConsumeConcurrentlyStatus.CONSUME_SUCCESS; }
```

如代码所示，当某个队列的消息数堆积到 90000 条以上，就直接丢弃，以便快速追上发送消息的进度。

7.3 Consumer 的负载均衡

上一节中讲到，想要提高 Consumer 的处理速度，可以启动多个 Consumer 并发处理，这个时候就涉及如何在多个 Consumer 之间负载均衡的问题，接下来结合源码分析 Consumer 的负载均衡实现。

要做负载均衡，必须知道一些全局信息，也就是一个 ConsumerGroup 里到底有多少个 Consumer，知道了全局信息，才可以根据某种算法来分配，比如简单地平均分到各个 Consumer。在 RocketMQ 中，负载均衡或者消息分配是在 Consumer 端代码中完成的，Consumer 从 Broker 处获得全局信息，然后自己做负载均衡，只处理分给自己的那部分消息。

7.3.1 DefaultMQPushConsumer 的负载均衡

DefaultMQPushConsumer 的负载均衡过程不需要使用者操心，客户端程序会自动处理，每个 DefaultMQPushConsumer 启动后，会马上会触发一个 doRebalance 动作；而且在同一个 ConsumerGroup 里加入新的 DefaultMQPush-Consumer 时，各个 Consumer 都会被触发 doRebalance 动作。

如图 7-2 所示，具体的负载均衡算法有五种，默认用的是第一种 AllocateMessageQueueAveragely。负载均衡的结果与 Topic 的 Message Queue 数量，以及 ConsumerGroup 里的 Consumer 的数量有关。负载均衡的分配粒度只到 Message Queue，把 Topic 下的所有 Message Queue 分配到不同的 Consumer 中，所以 Message Queue 和 Consumer 的数量关系，或者整除关系影响负载均衡结果。

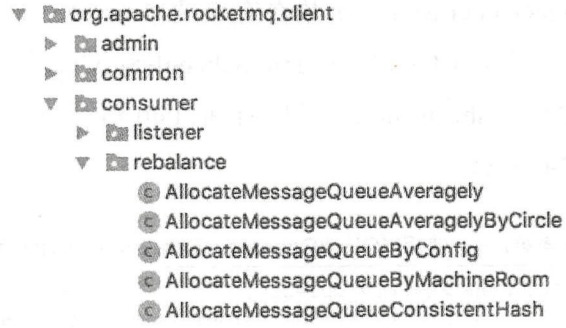


图 7-2　RocketMQ 客户端负载均衡策略

以 AllocateMessageQueueAveragely 策略为例，如果创建 Topic 的时候，把 Message Queue 数设为 3，当 Consumer 数量为 2 的时候，有一个 Consumer 需要处理 Topic 三分之二的消息，另一个处理三分之一的消息；当 Consumer 数量为 4 的时候，有一个 Consumer 无法收到消息，其他 3 个 Consumer 各处理 Topic 三分之一的消息。可见 Message Queue 数量设置过小不利于做负载均衡，通常情况下，应把一个 Topic 的 Message Queue 数设置为 16。

7.3.2　DefaultMQPullConsumer 的负载均衡

Pull Consumer 可以看到所有的 Message Queue，而且从哪个 Message Queue 读取消息，读消息时的 Offset 都由使用者控制，使用者可以实现任何特殊方式的负载均衡。

DefaultMQPullConsumer 有两个辅助方法可以帮助实现负载均衡，一个是 registerMessageQueueListener 函数，如代码清单 7-5 所示。

代码清单7-5　registerMessageQueueListener

```
Consumer.registerMessageQueueListener("TOPICNAME", new MessageQueue-
    Listener() {
public void MessageQueueChanged(String Topic, Set<MessageQueue> mqAll,
    Set<MessageQueue> mqDivided) }
```

registerMessageQueueListener 函数在有新的 Consumer 加入或退出时被触发。另一个辅助工具是 MQPullConsumerScheduleService 类，使用这个 Class 类似使用 DefaultMQPushConsumer，但是它把 Pull 消息的主动性留给了使用者，如代码清单 7-6 所示。

代码清单7-6 使用MQPullConsumerScheduleService示例

```
public class PullConsumerServiceTest {
    public static void main(String[] args) throws MQClientException {
        final MQPullConsumerScheduleService scheduleService = new MQPull-
            ConsumerScheduleService("PullConsumerService1");
        scheduleService.getDefaultMQPullConsumer().setNamesrvAddr("localh-
            ost:9876");
        scheduleService.setMessageModel(MessageModel.CLUSTERING );
        scheduleService.registerPullTaskCallback("testPullConsumer", new
            PullTaskCallback() {
            public void doPullTask(MessageQueue mq, PullTaskContext
                context) {
                MQPullConsumer Consumer = context.getPullConsumer();
                try {
                    long Offset = Consumer.fetchConsumeOffset(mq, false);
                    if (Offset < 0)
                        Offset = 0;
                    PullResult pullResult = Consumer.pull(mq, "*", Offset,
                        32);
                    System.out.printf("%s%n", Offset + "\t" + mq + "\t" +
                        pullResult);
                    switch (pullResult.getPullStatus()) {
                        case FOUND:
                            break;
                        case NO_MATCHED_MSG:
                            break;
                        case NO_NEW_MSG:
                        case OFFSET_ILLEGAL:
                            break;
                        default:
                            break;
                    }
                    Consumer.updateConsumeOffset(mq, pullResult.
                        getNextBeginOffset());
                    context.setPullNextDelayTimeMillis(1000);
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
```

```
        });
        scheduleService.start();
    }
}
```

然后我们看一看在 MQPullConsumerScheduleService 类的实现里，实现负载均衡的代码，如代码清单 7-7 所示。

代码清单7-7　MQPullConsumerScheduleService的负载均衡实现

```
class MessageQueueListenerImpl implements MessageQueueListener {
    @Override
    public void MessageQueueChanged(String Topic, Set<MessageQueue>
        mqAll, Set<MessageQueue> mqDivided) {
        MessageModel MessageModel =
            MQPullConsumerScheduleService.this.defaultMQPullConsumer.
                getMessageModel();
        switch (MessageModel) {
            case BROADCASTING:
                MQPullConsumerScheduleService.this.putTask(Topic, mqAll);
                break;
            case CLUSTERING :
                MQPullConsumerScheduleService.this.putTask(Topic, mqDivided);
                break;
            default:
                break;
        }
    }
}
```

从源码中可以看出，用户通过更改 MessageQueueListenerImpl 的实现来做自己的负载均衡策略。

7.4　提高 Producer 的发送速度

发送一条消息出去要经过三步，一是客户端发送请求到服务器，二是服务器处理该请求，三是服务器向客户端返回应答，一次消息的发送耗时是上述三个步骤的总和。在一些对速度要求高，但是可靠性要求不高的场景下，比如日志收集类应用，可以采用 Oneway 方式发送，Oneway 方式只发送请求不等待应

答，即将数据写入客户端的 Socket 缓冲区就返回，不等待对方返回结果，用这种方式发送消息的耗时可以缩短到微秒级。

另一种提高发送速度的方法是增加 Producer 的并发量，使用多个 Producer 同时发送，我们不用担心多 Producer 同时写会降低消息写磁盘的效率，RocketMQ 引入了一个并发窗口，在窗口内消息可以并发地写入 DirectMem 中，然后异步地将连续一段无空洞的数据刷入文件系统当中。顺序写 CommitLog 可让 RocketMQ 无论在 HDD 还是 SSD 磁盘情况下都能保持较高的写入性能。目前在阿里内部经过调优的服务器上，写入性能达到 90 万 + 的 TPS，我们可以参考这个数据进行系统优化。

在 Linux 操作系统层级进行调优，推荐使用 EXT4 文件系统，IO 调度算法使用 deadline 算法。

如图 7-3 所示，EXT4 创建 / 删除文件的性能比 EXT3 及其他文件系统要好，RocketMQ 的 CommitLog 会有频繁的创建 / 删除动作。

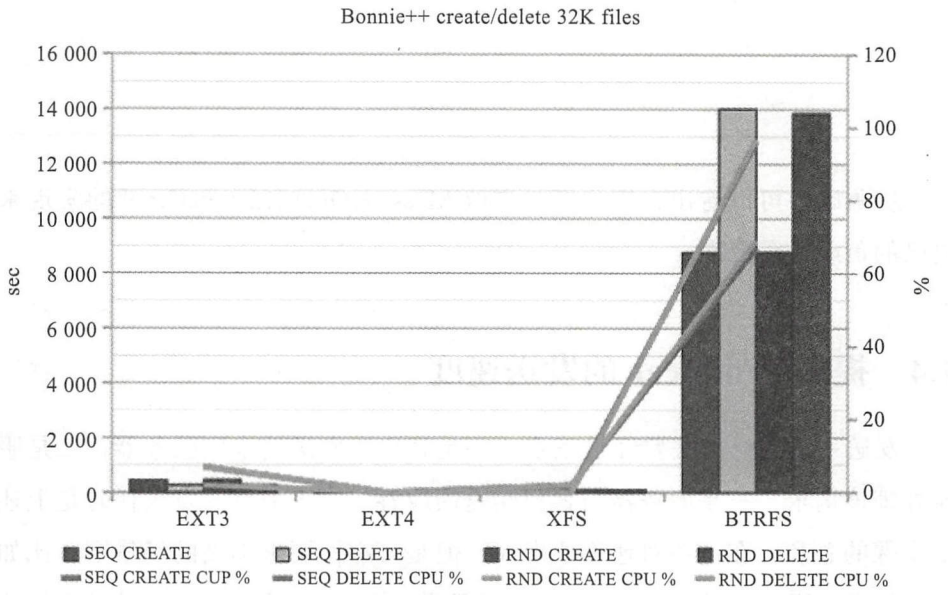


图 7-3　几种文件系统在 Bonnie++ 中创建 / 删除 32K 文件需要的时间

另外，IO 调度算法也推荐调整为 deadline。deadline 算法大致思想如下：实现四个队列，其中两个处理正常的 read 和 write 操作，另外两个处理超时的 read 和 write 操作。正常的 read 和 write 队列中，元素按扇区号排序，进行正常的 IO 合并处理以提高吞吐量。因为 IO 请求可能会集中在某些磁盘位置，这样会导致新来的请求一直被合并，可能会有其他磁盘位置的 IO 请求被饿死。超时的 read 和 write 的队列中，元素按请求创建时间排序，如果有超时的请求出现，就放进这两个队列，调度算法保证超时（达到最终期限时间）的队列中的 IO 请求会优先被处理。

7.5　系统性能调优的一般流程

这里讨论的系统是指能完成某项功能的软硬件整体，比如我们用 RocketMQ，加上自己写的 Producer、Consumer 程序，部署到一台服务器上，组成一个消息处理系统。本节介绍对这类系统进行调优的基本流程，供读者参考。

首先是搭建测试环境，查看硬件利用率。把测试系统搭建好以后，要想办法模拟实际使用时的情况，并且逐步增大请求量，同时检测系统的 TPS。在请求量增大到一定程度时，系统的 QPS 达到峰值，这个时候维持这种请求量，保持系统在峰值状态下运行。然后查看此时系统的硬件使用情况：

（1）使用 TOP 命令查看 CPU 和内存的利用率

```
Tasks: 109 total,   1 running, 108 sleeping,   0 stopped,   0 zombie
%Cpu(s):  0.1 us,  0.2 sy,  0.0 ni, 99.8 id,  0.0 wa,  0.0 hi,  0.0 si,
    0.0 st
KiB Mem :  8010440 total,  1556880 free,  1626048 used,  4827512 buff/cache
KiB Swap:   0 total,  0 free,  0 used.  6058356 avail Mem
```

上面的数据显示，CPU 有 99.8% 空闲；内存总共 8G，有大约 1.5G 空闲。

（2）使用 Linux 的 sar 命令查看网卡使用情况

```
#sar -n DEV 2 10
Average: IFACE rxpck/s txpck/s rxkB/s txkB/s rxcmp/s txcmp/s rxmcst/s
Average: eth0    6.03   6.18    1.39 0.99    0.00    0.00    0.00
Average: eth1    4.41    3.82    0.42    0.98    0.00    0.00    0.00
```

- IFACE：LAN 接口，网络设备的名称。
- rxpck/s：每秒钟接收的数据包。
- txpck/s：每秒钟发送的数据包。
- rxbyt/s：每秒钟接收的字节数。
- txbyt/s：每秒钟发送的字节数。
- rxcmp/s：每秒钟接收的压缩数据包。
- txcmp/s：每秒钟发送的压缩数据包。
- rxmcst/s：每秒钟接收的多播数据包。

如果想进一步验证网卡是否达到了极限值，可以使用 iperf3 命令查看。还可以用 netstat –t 查看网卡的连接情况，看是否有大量连接造成堵塞。

然后用 iostat 查看磁盘的使用情况：

```
#iostat -xdm 1
Linux 3.10.0-514.6.1.el7.x86_64 (iZ2zehfpu32ir7r3vlhhuwZ)   12/28/2017
    _x86_64_(4 CPU)

Device:    rrqm/s   wrqm/s  r/s  w/s     rMB/s     wMB/s avgrq-sz avgqu-sz
    await r_await w_await  svctm  %util
vda    0.00  1.04    0.01    1.15  0.00  0.01    19.84  0.00    2.45
    1.58    2.46   0.39   0.05
vdb    0.00  0.00    0.00    0.00  0.00  0.00    14.75  0.00    0.11
    0.11    0.00   0.09   0.00
```

经过上面的一系列检查，应该能够找到系统的瓶颈。比如瓶颈是在 CPU、网卡还是磁盘？可以先确定网卡和磁盘是否繁忙，这两个中如果有一个被占满了，问题就可以被直接定位了。比如网卡打满了，我们可以判断是发送的数据

量超出了网卡的带宽，可以考虑更换高速网卡，或者更新程序减少数据发送量。

还有一种情况是这三者都没有到使用极限，这也是一种比较常见而且有优化空间的情况，这种情况说明 CPU 利用率没有发挥出来，比如可能是锁的机制有 bug，造成线程阻塞。

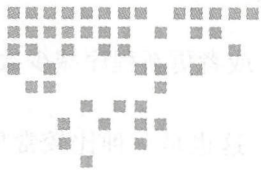
对于 Java 程序来说，接下来可以用 Java 的 profiling 工具来找出程序的具体问题，比如 jvisualvm、jstack、perfJ 等。

通过上面这些工具，可以逐步定位出是哪些 Java 线程比较慢，哪个函数占用的时间多，是否因为存在锁造成了忙等的情况，然后通过不断的更改测试，找到影响性能的关键代码，最终解决问题。

7.6　本章小结

本章重点关注性能，关注在大消息量的情况下，如何提高 RocketMQ 的吞吐量。首先介绍了消息过滤，在服务端进行消息过滤可以减少无效消息传输造成的带宽浪费，Tag 是最常用的一种高效过滤方式，此外还可以用 SQL 表达式、FilterServer 来过滤消息。

另一个提高吞吐量的方法是增加集群的机器数量，提高并发性，要根据实际场景增加 Broker、Consumer 或 Producer 角色的机器数量。



Chapter 8 第 8 章

和其他系统交互

8.1 在 SpringBoot 中使用 RocketMQ

Spring Boot 因为方便易用，在 Java 开发者中大受好评，被誉为“Spring 的第二春”，本章将说明如何在 Spring 项目中快速使用 RocketMQ。

8.1.1 直接使用

在 Spring Boot 项目中，使用某个新的组件第一步通常是加入这个组件的依赖。下面以 Maven 为例，说明如何在 pom.xml 中加入 RocketMQ 的依赖，如代码清单 8-1 所示。

代码清单8-1 Maven方式的RocketMQ依赖

```
<dependency>
    <groupId>org.apache.rocketmq</groupId>
    <artifactId>rocketmq-client</artifactId>
    <version>4.2.0</version>
</dependency>
```

有了这个依赖，就可以在 Spring Boot 项目中开发 RocketMQ 的 Producer 和 Consumer 程序了。

使用 RocketMQ 集群，有很多参数要设置，我们可以在 application.properties 文件里加入自己命名的参数，然后通过 @Value 注解引入。几个重要的参数是：NameServer 的地址、GoupName 名称和 Topic 名称。此外还有一些针对 Producer 或 Consumer 的参数，可以写到 properties 文件里，也可以写到程序里。

依赖配置都做好以后，就可以着手开发 Producer 和 Consumer 程序了。我们可以把发送消息和消费消息的功能封装成 Service，供其他代码引用。Producer 和 Consumer 的初始化比较慢，不建议每发一个消息或者消费一个消息就启动和注销对应的 Object，所以适合把初始化操作代码写到 @PostConstruct 函数里，把关闭操作代码写到 @PreDestroy 函数里。Spring Boot 项目中的 Producer 程序示例如代码清单 8-2 所示。

代码清单8-2　Spring Boot项目中的Producer服务

```
@Service
public class ProducerService {
private DefaultMQProducer producer = null;
    @PostConstruct
    public void initMQProducer() {
        producer = new DefaultMQProducer( "producerGoupName" );
        producer.setNamesrvAddr(metaqNameserver);
        producer.setRetryTimesWhenSendFailed(3);
        try {
            producer.start();
        } catch (MQClientException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
    public void send(String topic, String msg) {
        Message msg = new Message(topic, "", "", msg.getBytes());

        try {
            producer.send(msg);
            return;
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
       return;
    }
    @PreDestroy
```

```
    public void shutDownProducer() {
        if (producer != null) {
            producer.shutdown();
        }
    }
}
```

使用 Consumer 的方式和使用 Producer 类似，但是具体设置会因为使用的具体 Class 不同而不同。调用 shutdown 函数是必要的，否则可能因为程序被强制关闭而丢消息。

8.1.2 通过 Spring Messaging 方式使用

直接使用的方式比较简单，也足够灵活，但不是很“Spring Style”，Spring Boot 对于消息传递，有统一的接口模板，基于这个模板可以对接各种类型的消息通信组件，比如 Kafka、RabbitMQ、RocketMQ 等。使用这种方式，其基于不同消息队列收发消息的代码类似，方便在不同的消息队列间切换。

具体使用流程分为三个步骤：添加依赖、配置参数和引入模板。添加 RocketMQ 插件示例，如代码清单 8-3 所示。

代码清单8-3 Spring Boot的RocketMQ插件

```
<!--在pom.xml中添加依赖-->
<dependency>
    <groupId>org.apache.rocketmq</groupId>
    <artifactId>spring-boot-starter-rocketmq</artifactId>
    <version>1.0.0-SNAPSHOT</version>
</dependency>
```

如果 mvn 找不到这个依赖，可以在 GitHub 上下载源码，本地构建。

然后是在 properties 文件中加入配置选项，如代码清单 8-4 所示。

代码清单8-4 Spring Boot的RocketMQ相关配置选项

```
## application.properties
```

```
spring.rocketmq.name-server=127.0.0.1:9876
spring.rocketmq.producer.group=my-group
spring.rocketmq.producer.retry-times-when-send-async-failed=0
spring.rocketmq.producer.send-msg-timeout=300000
spring.rocketmq.producer.compress-msg-body-over-howmuch=4096
spring.rocketmq.producer.max-message-size=4194304
spring.rocketmq.producer.retry-another-broker-when-not-store-ok=false
spring.rocketmq.producer.retry-times-when-send-failed=2
```

更多的配置选项，可以到源码中查找。由于 Spring Boot 项目和 RocketMQ 项目变化很快，具体如何以 Spring Messaging 的方式发送和接收消息，大家可以自行搜索相关的示例和说明。最新的文档可以参考 Spring Boot 文档的 Messaging 部分，以及 GitHub 中的 rocketmq-externals 项目。

8.2　直接使用云上 RocketMQ

阿里云的很多产品都是来自于集团内部开发的优秀中间件，RocketMQ 就是其中之一，阿里云的 MQ 产品就是基于 RocketMQ 实现的，后台技术团队同样是开发 RocketMQ 的团队。

现在产品迭代的节奏越来越快，尤其对于中小型公司来说，直接使用云产品可以省去部署、运维的繁琐工作，加快自身核心产品的上线速度。当业务量上升到一定规模，业务形态基本稳定后，再自己部署、运维或二次开发独立的中间件产品。

如果仔细阅读了前面的章节，参考阿里云 MQ 的说明文档进行开发就非常容易了，比如阿里云 MQ 文档中的发送消息 Demo，如代码清单 8-5 所示。

代码清单8-5　阿里云MQ产品发送消息示例

```
public class ProducerTest {
    public static void main(String[] args) {
        Properties properties = new Properties();
        // 您在 MQ 控制台创建的 Producer ID
        properties.put(PropertyKeyConst.ProducerId, "XXX");
```

```
        // 鉴权用 AccessKey，在阿里云服务器管理控制台创建
        properties.put(PropertyKeyConst.AccessKey,"XXX");
        // 鉴权用 SecretKey，在阿里云服务器管理控制台创建
        properties.put(PropertyKeyConst.SecretKey, "XXX");
        // 设置 TCP 接入域名（此处以公共云的公网接入为例）
        properties.put(PropertyKeyConst.ONSAddr,
          "http://onsaddr-internet.aliyun.com/rocketmq/nsaddr4client-
              internet");
        Producer producer = ONSFactory.createProducer(properties);
        // 在发送消息前，必须调用 start 方法来启动 Producer，只需调用一次即可
        producer.start();
        //循环发送消息
        while(true){
            Message msg = new Message( //
                // 在控制台创建的 Topic，即该消息所属的 Topic 名称
                "TopicTestMQ",
                // Message Tag,
                // 可理解为 Gmail 中的标签，对消息进行再归类，方便 Consumer 指定
                   过滤条件在 MQ 服务器过滤
                "TagA",
                // Message Body
                // 任何二进制形式的数据， MQ 不做任何干预，
                // 需要 Producer 与 Consumer 协商好一致的序列化和反序列化方式
                "Hello MQ".getBytes());
            // 设置代表消息的业务关键属性，请尽可能全局唯一，以方便您在无法正常收到
               消息情况下，可通过 MQ 控制台查询消息并补发
            // 注意：不设置也不会影响消息正常收发
            msg.setKey("ORDERID_100");
            // 发送消息，只要不抛异常就是成功
            // 打印 Message ID，以便用于消息发送状态查询
            SendResult sendResult = producer.send(msg);
            System.out.println("Send Message success. Message ID is: " +
                sendResult.getMessageId());
        }
        // 在应用退出前，可以销毁 Producer 对象
        // 注意：如果不销毁也没有问题
        producer.shutdown();
    }
}
```

这个示例程序和之前介绍的 Producer 程序比起来，只是把设置 GroupName、NameServer 地址的部分，换成了阿里云账号的 Key，Secret 和相应域名，其他部分非常相似。详细信息和最新的文档请参考阿里云 MQ 产品页面（https://cn.aliyun.com/product/ons）。

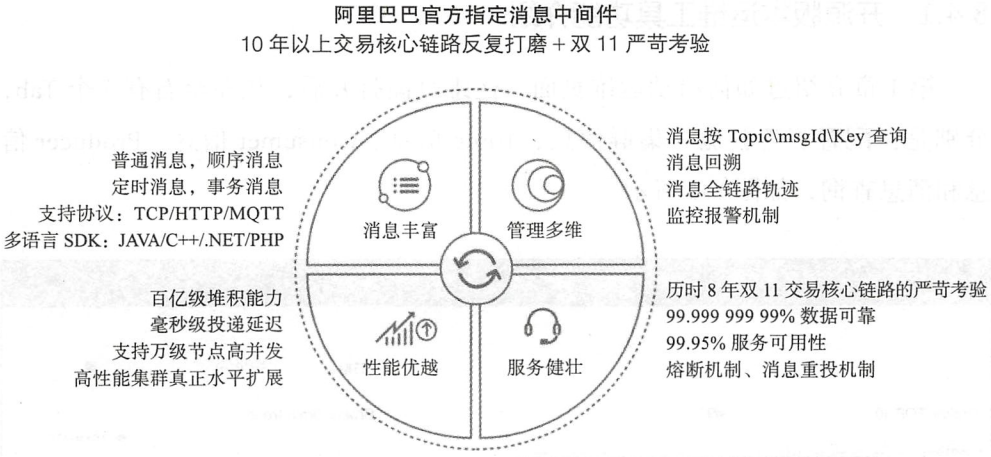


图 8-1　阿里云 RocketMQ 产品页面

8.3　RocketMQ 与 Spark、Flink 对接

Spark 和 Flink 都有对流式计算的支持，如果不考虑并发性的话，可以在自己的程序中启动 RocketMQ 的 Consumer 或 Producer，负责从 RocketMQ 集群获取或发送消息，同时再启动 Spark 或 Flink 的 Client 程序，负责和 Spark 或 Flink 交互。

如果需要利用 Spark、Flink 本身的并发处理，需要实现相应的 Connector，RocketMQ 和 Spark 的 Connector 有了实现，代码在 https://github.com/apache/rocketmq-externals/tree/master/rocketmq-spark。RocketMQ 和 Flink 的 Connector 当前正在开发中，有兴趣的也可以参与贡献代码。

8.4　自定义开发运维工具

生产环境的 RocketMQ 集群，需要持续运行并且要有较高的稳定性，运维是件重要但有时候很繁琐的事，本节介绍运维工具的相关内容。

8.4.1 开源版本运维工具功能介绍

第 1 章介绍过如何启动运维页面，运维页面打开后，从左至右有 7 个 Tab，分别是：配置、驾驶舱、集群信息、Topic 信息、Consumer 信息、Producer 信息和消息查询，如图 8-2 所示。

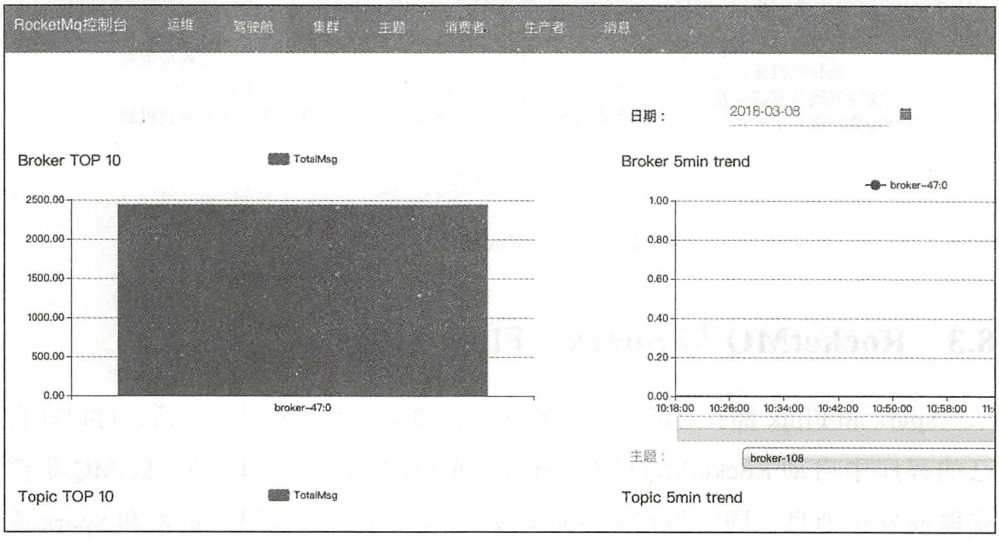


图 8-2 RocketMQ 控制台

首先在配置页面，设置好 NaveServer 的地址。修改这个服务是否使用 VIPChannel，取决于你的 RocketMQ 版本，如果版本小于 3.5.8，请设置不使用，否则保持默认值（VIPChannel 用于实现读写分离，是 3.5.8 以后的版本才增加的功能）。

在驾驶舱中可以查看 Broker 的消息量（总量 /5 分钟图），还可以查看单一主题的消息量（总量 / 趋势图）。

在集群信息页面，可以查看集群数量、地址、主从的分布情况，还可以查看 Broker 的运行状态信息和配置信息。

Topic 页面展示所有的主题，可以通过搜索框进行过滤，筛选普通 / 重试 / 死信类型的主题；还可以添加 / 更新主题，修改主题的配置参数。每个参数的含义和 MQAdmin 命令中 updateTopc 命令的参数对应。还可以查看每个主题的消息投递状态，消息的路由信息（这个主题的消息会发往哪些 Broker，对应 Broker 的 Message Queue 信息）。还可以向某个主题发送测试消息和重置消费位点（Offset）。

Consumer 信息页面展示所有的消费组，还可以通过搜索框进行搜索，手动刷新页面或每隔五秒定时刷新页面，按照订阅组 / 数量 /TPS/ 延迟进行排序，添加 / 更新消费组等。

Producer 信息页面，可以通过 Topic 和 Group 查询在线的消息生产者信息，信息包含客户端的主机、版本等。

消息查询页面，可以根据 Topic 的时间、Key 和消息 ID 进行消息查询。消息详情可以展示这条消息的详细内容。消息详情可以查看消息对应的具体消费组的消费情况（如果异常，可以查看具体的异常信息）。可以向指定的消费组重发消息。

8.4.2　基于 Tools 模块开发自定义运维工具

RocketMQ-Console 是一个基于 Spring Boot 开发的运维页面工具，我们可以参考它的源码进行自定义功能的运维工具开发。

RocketMQ 源码中有一个 Tools 模块，MQAdmin 相关命令的实现就在这里，如果我们熟悉了 MQAdmin 命令的功能，就很容易找到实现某个功能的源码。RocketMQ 的 Tools 模块如图 8-3 所示。

Tools 模块源码中有一个 command 包，里面列出了各个组件相关的命令，如果想实现自定义的运维功能，可以直接从这里查找并参考它的源码。

RocketMQ 是使用 Java 语言开发的，比起 Kafka 的 Scala 语言和 RabbitMQ 的 Erlang 语言，更容易找到技术人员进行定制开发。大规模使用后，遇到“疑难杂症”也可以直接查看源码，找到深层次的原因。

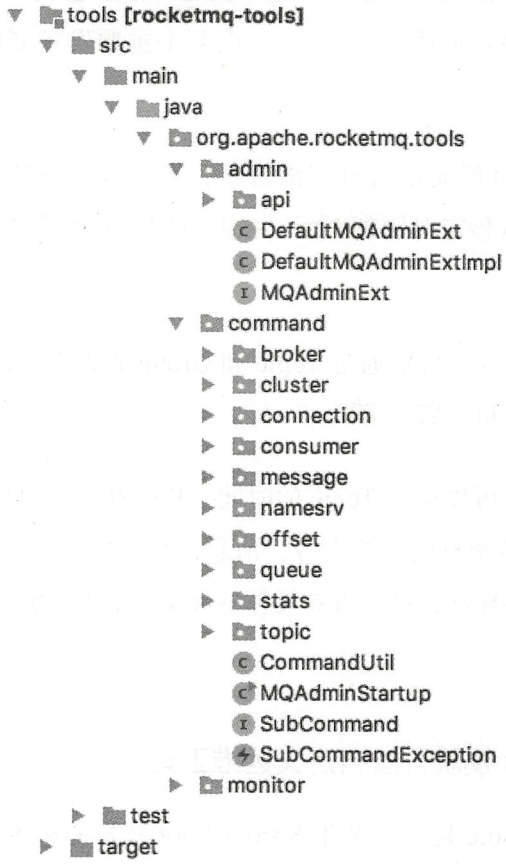
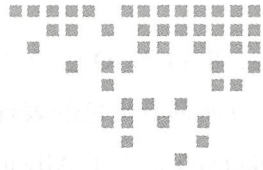


图 8-3 RocketMQ 的 Tools 模块

8.5 本章小结

作为一个中间件产品，会比普通软件更多地需要和其他系统打交道，本章介绍了如何与 SpringBoot、Spark、Flink 等软件进行交互。同时介绍了使用云端的 RocketMQ 产品，以及自定义开发运维工具的方法。从下一章开始，我们将更深入地介绍 RocketMQ，从源码层面进行分析。



第 9 章 Chapter 9

首个 Apache 中间件顶级项目

本书第 1～8 章重点介绍的是如何用好 RocketMQ，而从本章开始到本书结尾的这些章节，重点介绍 RocketMQ 的源码。作为一个中间件产品，想真正用好，甚至用来为自己的业务做定制化开发，必须深入了解源码才行。本章介绍 RocketMQ 项目的概况。

9.1 RocketMQ 的前世今生

阿里巴巴消息中间件起源于 2001 年的五彩石项目，Notify 在这期间应运而生，用于交易核心消息的流转。

2010 年，B2B 开始大规模使用 ActiveMQ 作为消息内核，随着阿里业务的快速发展，急需一款支持顺序消息，拥有海量消息堆积能力的消息中间件，MetaQ 1.0 在 2011 年诞生。

2012 年，MetaQ 已经发展到了 3.0 版本，并抽象出了通用的消息引擎 RocketMQ。随后，对 RocketMQ 进行了开源，阿里的消息中间件正式走入了公众视野。

2015 年，RocketMQ 已经经历了多年双十一的洗礼，在可用性、可靠性以及稳定性等方面都有出色的表现。与此同时，云计算大行其道，阿里消息中间件基于 RocketMQ 推出了 Aliware MQ 1.0，开始为阿里云上成千上万家企业提供消息服务。

2016 年，MetaQ 在双十一期间承载了万亿级消息的流转，跨越了一个新的里程碑，同时 RocketMQ 进入 Apache 孵化。

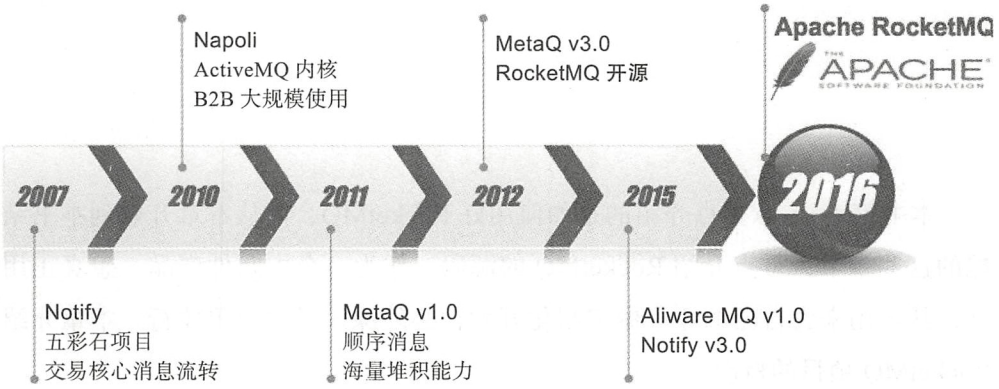


图 9-1　RocketMQ 演进历史

9.2　Apache 顶级项目（TLP）之路

RocketMQ 的开源模式不是传统意义上的开放内核模式，而是和 Apache Hadoop、OpenStack 这一类开源平台模式类似，尝试把开源世界和专有世界完美地结合起来，在真正的协作平台上生产专有产品。未来希望像 Redhat、CentOS 或 Fedora 这些产品那样，把产品簇的协同发展效应体现在 RocketMQ 的演进中。

在 Apache 社区，一个很重要的理念是 Community over Code，社区是判断一个孵化项目能否毕业的重要考核标准，有点像我们常说的“客户第一”。除了社区，优秀的代码是必要条件，代码质量不过硬根本不会有一个健康多元的

社区，注重代码的同时还要重视社区、设计、产品带给用户的体验。

RocketMQ 在进入 Apache 之前，已经开源了 3 年时间。历经多次双十一洗礼，RocketMQ 在国内积累了一定的口碑，社区也有不错的 Active Contributors，但这些还远远不够。在准备申请进入 Apache 之前，团队甚至包括社区对 RocketMQ 做了大量重塑工作。如国际化方面，在 GitHub 上利用 sidebar 特性重新设计编排了文档，如今已加入了 User Guide、Quick Start、Architecture & Design、How to contribute、Community、FAQ 这些产品标配的文档结构。代码层面也进行了很多优化，如去除 GBK 字符，全面拥抱 UTF-8，重写 API JavaDoc；还有清理代码，优化代码结构；利用 JDepend 优化组件之间的抽象依赖关系，利用 Findbugs 扫描代码漏洞，指导规范编码等。交付方面，规范 Release 流程，使用按 New Features、Improvement 和 Bug 分类的 Release note。社区层面则开启了全英式互动，发布提问题的技巧。

经过这些准备，RocketMQ 完成了从 3.0 到 4.0 的悄然升级。而 4.0 是个过渡版本（和 3.0 相比，架构层面没有较大的改变），也是在 Apache 开启孵化的版本。通过孵化，像精细设计、代码 Review、编码规约、分支模型、发布规约等软件研发流程被重视起来，无规矩不成方圆，这对一个全球协作的开源项来说尤为重要。

9.3　源码结构

RocketMQ 的源码结构如图 9-2 所示，整个项目是用 Maven 来管理的，共有十几个模块，主要功能通过 broker、client、common、namesrv、remoting、store、tools 这几个模块实现。

namesrv、broker、client 这三个模块前文都有介绍，namesrv 是分布式队列集群的协调者，broker 实现了消息队列的主体，client 包括生产者和消费者，包

括使用消息队列的很多辅助方式。common 模块包括一些公共的功能类实现，remoting 是通信相关功能的实现，store 是消息存储的实现，tools 主要是管理工具，用来管理集群。

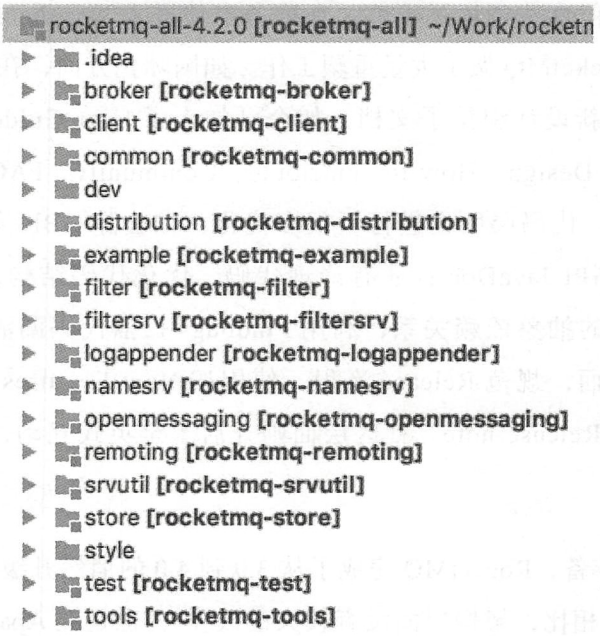


图 9-2 RocketMQ 源码结构

9.4 不断迭代的代码

RocketMQ 的源码在 GitHub 上一直不断更新，从 GitHub 上可以下载到最新的代码。RocketMQ 在 GitHub 上的地址是 https://github.com/apache/rocketmq，GitHub 上的代码结构是未发布版的（见图 9-3）。

除了 RocketMQ 主体项目，还有很多和 RocketMQ 紧密相关的功能，比如管理控制台，以及和 Redis、Spark、Flink 对接的插件等，这些代码被放到一个单独的 GitHub 库中，地址是 https://github.com/apache/rocketmq-externals。

.github	Add a modified version of ISSUE_TEMPLATE that created by the bookkeep...
broker	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
client	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
common	[HOTFIX][ROCKETMQ-356] Change MQVersion to 4.2.0
dev	[ROCKETMQ-302] TLP clean up, removes incubating related info from cod...
distribution	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
example	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
filter	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
filtersrv	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
logappender	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
namesrv	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
openmessaging	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
remoting	[HOTFIX] Update the out of date test certificates
srvutil	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
store	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
style	Polish
test	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
tools	[maven-release-plugin] prepare release rocketmq-all-4.2.0
.gitignore	Aggregate packaging specific files to a new sub-module: distribution
.travis.yml	[ROCKETMQ-302] TLP clean up, removes incubating related info from cod...
BUILDING	[ROCKETMQ-168] Polish the BUILDING guide.
CONTRIBUTING.md	[ROCKETMQ-302] TLP clean up, removes incubating related info from cod...
LICENSE	[ROCKETMQ-87] Add separate LICENSE and NOTICE files for binary releas...
NOTICE	[ROCKETMQ-302] TLP clean up, removes incubating related info from cod...
README.md	Polish the readme with Github issue link
pom.xml	[HOTFIX] Move pull request template to .github

图 9-3　RocketMQ 在 GitHub 上的代码结构

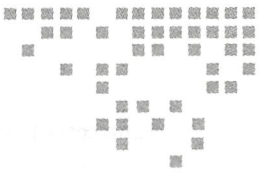
如果打算贡献代码，官网的指南页面是必读的，地址是 http://rocketmq.apache.org/docs/how-to-contribute/，根据文档说明的步骤，提交 PR 即可。如果不贡献代码，也可以查看某个功能的 PR，看看大家的讨论和设计思路，对理解源码也有帮助。

dev	[ROCKETMQ-236] Script to merge github pull request
rocketmq-console	update console's readme closes apache/rocketmq-externals#8
rocketmq-cpp	[ROCKETMQ-352] Import the donation code from Qiwei Wang
rocketmq-docker	[ROCKETMQ-183] Play Script to run broker and namesrv at local in dock...
rocketmq-flink	Create directory for beam,flink,spark,storm,mysql,redis,mongodb
rocketmq-flume	Flume update to 1.8.0. (#44)
rocketmq-go	Go-Client remoting and RocketMqClient common method implement, closes a...
rocketmq-jms	Migrate rocketmq-jms to here.
rocketmq-mysql	Prepare release mysql replicator 1.1.0 version
rocketmq-php	[ROCKETMQ-171] Initialized the PHP_SDK basic structure closes apache/...
rocketmq-redis	1. Add more event to downstream to rocketmq .eg(PreFullSync and PostF...
rocketmq-spark	bugfix: fixup wrong offset storing in interval timer
rocketmq-spring-boot-starter	Rename the dir of spring boot starter
.gitignore	support windows platform for rocketmq-cpp code
.travis.yml	travis ci
README.md	Add two chapters rocketmq-cpp and contribute in README

图 9-4 rocket-externals 代码结构

9.5 本章小结

RocketMQ 是阿里最优秀的中间件之一，本章介绍了 RocketMQ 的历史，以及其目前作为 Apache 顶级项目的现状。下一章将从 NameServer 入手开始分析源码。



第 10 章 Chapter 10

NameServer 源码解析

第 4 章介绍过 NameServer 的主要功能，功能不多但是很重要，本章分析 NameServer 的源码，让读者对 NameServer 有更进一步的了解。

10.1 模块入口代码的功能

本节介绍入口代码的功能，阅读源码的时候，很多人喜欢根据执行逻辑，先从入口代码看起。NameServer 部分入口代码主要完成命令行参数解析，初始化 Controller 的功能。

10.1.1 入口函数

首先看一下 NameServer 的源码目录（见图 10-1）。

NamesrvStartup 是模块的启动入口，NamesrvController 是用来协块各个调模功能的代码。

我们从启动代码开始分析，找到 NamesrvStartup.java 里的 main 函数 public static void main(String[] args) {main0(args);}，发现它又把逻辑转到 main0 这

个函数里。

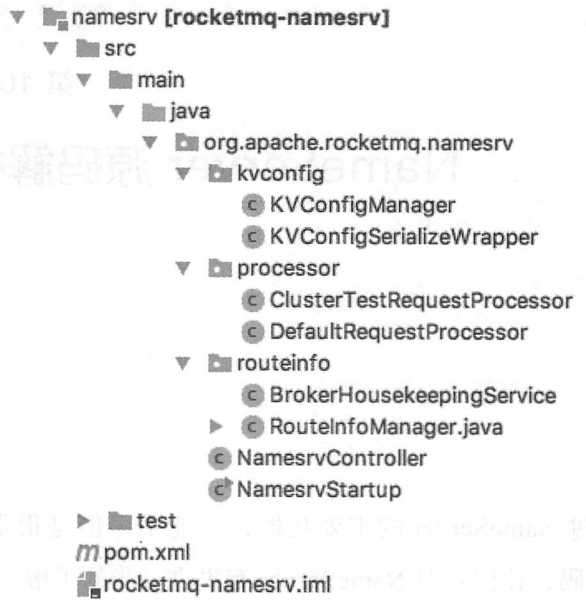


图 10-1 NameServer 源码目录

10.1.2 解析命令行参数

main0 函数主要完成两个功能，第一个功能是解析命令行参数，我们通过源码来看一看，重点是解析 -c 和 -p 参数，如代码清单 10-1 所示。

代码清单10-1 解析NameServer命令行参数

```
Options options = ServerUtil.buildCommandlineOptions(new Options());
commandLine = ServerUtil.parseCmdLine("mqnamesrv", args,
    buildCommandlineOptions(options), new PosixParser());
if (null == commandLine) {
    System.exit(-1);
    return null;
}
final NamesrvConfig namesrvConfig = new NamesrvConfig();
final NettyServerConfig nettyServerConfig = new NettyServerConfig();
nettyServerConfig.setListenPort(9876);
if (commandLine.hasOption('c')) {
```

```
        String file = commandLine.getOptionValue('c');
        if (file != null) {
            InputStream in = new BufferedInputStream(new
                FileInputStream(file));
            properties = new Properties();
            properties.load(in);
            MixAll.properties2Object(properties, namesrvConfig);
            MixAll.properties2Object(properties, nettyServerConfig);
            namesrvConfig.setConfigStorePath(file);
            System.out.printf("load config properties file OK, " +
                file + "%n");
            in.close();
        }
    }
    if (commandLine.hasOption('p')) {
        MixAll.printObjectProperties(null, namesrvConfig);
        MixAll.printObjectProperties(null, nettyServerConfig);
        System.exit(0);
    }
```

-c 命令行参数用来指定配置文件的位置；-p 命令行参数用来打印所有配置项的值。注意，用 -p 参数打印配置项的值之后程序就退出了，这是一个帮助调试的选项。

10.1.3　初始化 NameServer 的 Controller

main0 函数的另外一个功能是初始化 Controller，如代码清单 10-2 所示。

代码清单10-2　初始化并启动Controller

```
// remember all configs to prevent discard
controller.getConfiguration().registerConfig(properties);
boolean initResult = controller.initialize();
if (!initResult) {
    controller.shutdown();
    System.exit(-3);
}
Runtime.getRuntime().addShutdownHook(new ShutdownHookThread(log,
    new Callable<Void>() {
    @Override
    public Void call() throws Exception {
        controller.shutdown();
        return null;
```

```
        }
    }));
    controller.start();
```

根据解析出的配置参数，调用 controller.initialize() 来初始化，然后调用 controller.start() 让 NameServer 开始服务。

还有一个逻辑是注册 ShutdownHookThread，当程序退出的时候会调用 controller.shutdown 来做退出前的清理工作。

10.2 NameServer 的总控逻辑

NameServer 的总控逻辑在 NamesrvController.java 代码中。NameServer 是集群的协调者，它只是简单地接收其他角色报上来的状态，然后根据请求返回相应的状态。首先，NameserverController 把执行线程池初始化好，如代码清单 10-3 所示。

代码清单10-3 线程池初始化

```
this.remotingExecutor =
    Executors.newFixedThreadPool(nettyServerConfig
        .getServerWorkerThreads(), new ThreadFactoryImpl
        ("RemotingExecutorThread_"));
this.registerProcessor();

this.scheduledExecutorService.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        NamesrvController.this.routeInfoManager.scanNotActiveBroker();
    }
}, 5, 10, TimeUnit.SECONDS);
this.scheduledExecutorService.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        NamesrvController.this.kvConfigManager.printAllPeriodically();
    }
}, 1, 10, TimeUnit.MINUTES);
```

启动了一个默认是 8 个线程的线程池（private int serverWorkerThreads = 8），还有两个定时执行的线程，一个用来扫描失效的 Broker（scanNotActiveBroker），另一个用来打印配置信息（printAllPeriodically）。

然后启动负责通信的服务 remotingServer，remotingServer 监听一些端口，收到 Broker、Client 等发过来的请求后，根据请求的命令，调用不同的 Processor 来处理。这些不同的处理逻辑被放到上面初始化的线程池中执行，如代码清单 10-4 所示。

代码清单10-4　启动通信服务，关联初始化的线程池

```
this.remotingServer = new NettyRemotingServer(this.nettyServerConfig,
    this.brokerHousekeepingService);
......
if (namesrvConfig.isClusterTest()) {
    this.remotingServer.registerDefaultProcessor(new
            ClusterTestRequestProcessor(this, namesrvConfig
            .getProductEnvName()),
        this.remotingExecutor);
} else {
    this.remotingServer.registerDefaultProcessor(new
        DefaultRequestProcessor(this), this.remotingExecutor);
}
```

remotingServer 是基于 Netty 封装的一个网络通信服务，要了解 remotingServer 需要先对 Netty 有个基本的认知，后面会单独介绍。

10.3　核心业务逻辑处理

NameServer 的核心业务逻辑，在 DefaultRequestProcessor.java 中可以一目了然地看出。网络通信服务模块收到请求后，就调用这个 Processor 来处理，如代码清单 10-5 所示。

代码清单10-5　根据请求码调用相应的处理逻辑

```
switch (request.getCode()) {
    case RequestCode.PUT_KV_CONFIG:
```

```
            return this.putKVConfig(ctx, request);
        case RequestCode.GET_KV_CONFIG:
            return this.getKVConfig(ctx, request);
        case RequestCode.DELETE_KV_CONFIG:
            return this.deleteKVConfig(ctx, request);
        case RequestCode.REGISTER_BROKER:
            Version brokerVersion = MQVersion.value2Version(request
                .getVersion());
            if (brokerVersion.ordinal() >= MQVersion.Version
                .V3_0_11.ordinal()) {
                return this.registerBrokerWithFilterServer(ctx, request);
            } else {
                return this.registerBroker(ctx, request);
            }
        case RequestCode.UNREGISTER_BROKER:
            return this.unregisterBroker(ctx, request);
        case RequestCode.GET_ROUTEINTO_BY_TOPIC:
            return this.getRouteInfoByTopic(ctx, request);
        case RequestCode.GET_BROKER_CLUSTER_INFO:
            return this.getBrokerClusterInfo(ctx, request);
        case RequestCode.WIPE_WRITE_PERM_OF_BROKER:
            return this.wipeWritePermOfBroker(ctx, request);
        case RequestCode.GET_ALL_TOPIC_LIST_FROM_NAMESERVER:
            return getAllTopicListFromNameserver(ctx, request);
        case RequestCode.DELETE_TOPIC_IN_NAMESRV:
            return deleteTopicInNamesrv(ctx, request);
        case RequestCode.GET_KVLIST_BY_NAMESPACE:
            return this.getKVListByNamespace(ctx, request);
        case RequestCode.GET_TOPICS_BY_CLUSTER:
            return this.getTopicsByCluster(ctx, request);
        case RequestCode.GET_SYSTEM_TOPIC_LIST_FROM_NS:
            return this.getSystemTopicListFromNs(ctx, request);
        case RequestCode.GET_UNIT_TOPIC_LIST:
            return this.getUnitTopicList(ctx, request);
        case RequestCode.GET_HAS_UNIT_SUB_TOPIC_LIST:
            return this.getHasUnitSubTopicList(ctx, request);
        case RequestCode.GET_HAS_UNIT_SUB_UNUNIT_TOPIC_LIST:
            return this.getHasUnitSubUnUnitTopicList(ctx, request);
        case RequestCode.UPDATE_NAMESRV_CONFIG:
            return this.updateConfig(ctx, request);
        case RequestCode.GET_NAMESRV_CONFIG:
            return this.getConfig(ctx, request);
        default:
            break;
    }
```

逻辑主体是个 switch 语句，根据 RequestCode 调用不同的函数来处理，从 RequestCode 可以了解到 NameServer 的主要功能，比如：REGISTER_BROKER 是在集群中新加入一个 Broker 机器；GET_ROUTEINTO_BY_TOPIC 是请求获取一个 Topic 的路由信息；WIPE_WRITE_PERM_OF_BROKER 是删除一个 Broker 的写权限。

10.4　集群状态存储

NameServer 作为集群的协调者，需要保存和维护集群的各种元数据，这是通过 RouteInfoManager 类来实现的，如代码清单 10-6 所示。

代码清单10-6　RouteInfoManager的存储结构

```
private final HashMap<String/* topic */, List<QueueData>> topicQueue-
    Table;
private final HashMap<String/* brokerName */, BrokerData> brokerAddr-
    Table;
private final HashMap<String/* clusterName */, Set<String/* brokerName
*/>> clusterAddrTable;
private final HashMap<String/* brokerAddr */, BrokerLiveInfo>
    brokerLiveTable;
private final HashMap<String/* brokerAddr */, List<String>/* Filter
Server */> filterServerTable;
public RouteInfoManager() {
    this.topicQueueTable = new HashMap<String, List<QueueData>>(1024);
    this.brokerAddrTable = new HashMap<String, BrokerData>(128);
    this.clusterAddrTable = new HashMap<String, Set<String>>(32);
    this.brokerLiveTable = new HashMap<String, BrokerLiveInfo>(256);
    this.filterServerTable = new HashMap<String, List<String>>(256);
}
```

每个结构存储着一类集群信息，具体含义在第 5 章有介绍。了解 RocketMQ 各个角色的功能后，对每个结构的处理逻辑就好理解了。下面重点看一下控制访问这些结构的锁机制。

锁分为互斥锁、读写锁；也可分为可重入锁、不可重入锁。在 NameServer 的场景中，读取操作多，更改操作少，所以选择读写锁能大大提高效率。对于

如何选择可重入和不可重入锁，重点看函数间的调用关系，比如多次获取锁的示例代码，如果这个 lock 是不可重入的，代码无法正常执行，如代码清单 10-7 所示。

代码清单10-7 多次获取锁示例

```
Lock lock = new Lock();
public void outer() {
    lock.lock();
    inner();
    lock.unlock();
}
public void inner() {
    lock.lock();
    //do something lock.unlock(); }
}
```

RouteInfoManager 中使用的是可重入的读写锁（private final ReadWriteLock lock = new ReentrantReadWriteLock()），我们以 deleteTopic 函数为例，看一下锁的使用方式，如代码清单 10-8 所示。

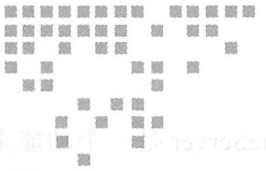
代码清单10-8 锁的使用方式

```
public void deleteTopic(final String topic) {
    try {
        try {
            this.lock.writeLock().lockInterruptibly();
            this.topicQueueTable.remove(topic);
        } finally {
            this.lock.writeLock().unlock();
        }
    } catch (Exception e) {
        log.error("deleteTopic Exception", e);
    }
}
```

首先锁的获取和执行逻辑要放到一个 try{} 里，然后在 finally{} 中释放。这是一种典型的使用方式，我们可以参考这种方式实现自己的代码。

10.5　本章小结

本章分析了 NameServer 模块的源码，NameServer 是一个功能重要但是代码量不大的模块，所以选择这个模块入手，比较容易理解。我们在分析源码时，认真读懂一个模块后就可以对作者的代码风格、设计偏好等有基本的了解。下一章将分析 Client 模块的源码，我们使用 RocketMQ 时经常需要和 Client 模块打交道。



Chapter 11 第 11 章

最常用的消费类

编写程序消费 RocketMQ 中消息的时候，最常用的类是 DefaultMQPushConsumer，这个类让我们消费消息变得很简单，这个类到底默默地为我们做了哪些事情呢？本章将对其做详细分析。

11.1 整体流程

我们使用 DefaultMQPushConsumer 的时候，一般流程是设置好 GroupName、NameServer 地址，以及订阅的 Topic 名称，然后填充 Message 处理函数，最后调用 start()。本节基于这个流程来分析源码。

11.1.1 上层接口类

DefaultMQPushConsumer 类在 org.apache.rocketmq.client.consumer 包中，这个类担任着上层接口的角色，具体实现都在 DefaultMQPushConsumerImpl 类中，如代码清单 11-1 所示。

代码清单11-1　DefaultMQPushConsumer接口类

```
/**
 * Default constructor.
 */
public DefaultMQPushConsumer() {
    this(MixAll.DEFAULT_CONSUMER_GROUP, null, new
        AllocateMessageQueueAveragely());
}
/**
 * Constructor specifying consumer group, RPC hook and message queue
 * allocating algorithm.
 *
 * @param consumerGroup Consume queue.
 * @param rpcHook RPC hook to execute before each remoting command.
 * @param allocateMessageQueueStrategy message queue allocating algorithm.
 */
public DefaultMQPushConsumer(final String consumerGroup, RPCHook rpcHook,
    AllocateMessageQueueStrategy allocateMessageQueueStrategy) {
    this.consumerGroup = consumerGroup;
    this.allocateMessageQueueStrategy = allocateMessageQueueStrategy;
    defaultMQPushConsumerImpl = new DefaultMQPushConsumerImpl(this,
        rpcHook);
}
/**
 * Constructor specifying RPC hook.
 *
 * @param rpcHook RPC hook to execute before each remoting command.
 */
public DefaultMQPushConsumer(RPCHook rpcHook) {
    this(MixAll.DEFAULT_CONSUMER_GROUP, rpcHook, new
        AllocateMessageQueueAveragely());
}

/**
 * Constructor specifying consumer group.
 *
 * @param consumerGroup Consumer group.
 */
public DefaultMQPushConsumer(final String consumerGroup) {
    this(consumerGroup, null, new AllocateMessageQueueAveragely());
}
```

我们常用的是最后这个构造函数，只传入一个 consumer Group 名称作为参数，这个构造函数会把 RPCHoop 设为空，把负载均衡策略设置成平均策略。在构造函数的实现中，主要工作是创建 DefaultMQPushConsumerImpl 对象。

11.1.2 DefaultMQPushConsumer 的实现者

DefaultMQPushConsumerImpl 具体实现了 DefaultMQPushConsumer 的业务逻辑，DefaultMQPushConsumerImpl.java 在 org.apache.rocketmq.client.impl.consumer 这个包里，本节接下来从 start 方法着手分析。

首先是初始化 MQClientInstance，并且设置好 rebalance 策略和 pullApiWraper，有这些结构后才能发送 pull 请求获取消息，如代码清单 11-2 所示。

代码清单11-2 初始化MQClientInstance和pullApiWraper

```
this.mQClientFactory = MQClientManager.getInstance()
    .getAndCreateMQClientInstance(this.defaultMQPushConsumer,
        this.rpcHook);
this.rebalanceImpl.setConsumerGroup(this
    .defaultMQPushConsumer.getConsumerGroup());
this.rebalanceImpl.setMessageModel(this.defaultMQPushConsumer
    .getMessageModel());
this.rebalanceImpl.setAllocateMessageQueueStrategy(this
    .defaultMQPushConsumer.getAllocateMessageQueueStrategy());
this.rebalanceImpl.setmQClientFactory(this.mQClientFactory);
this.pullAPIWrapper = new PullAPIWrapper(
    mQClientFactory,
    this.defaultMQPushConsumer.getConsumerGroup(), isUnitMode
    ());
this.pullAPIWrapper.registerFilterMessageHook
    (filterMessageHookList);
```

然后是确定 OffsetStore。OffsetStore 里存储的是当前消费者所消费的消息在队列中的偏移量，如代码清单 11-3 所示。

代码清单11-3 初始化OffsetStore

```
if (this.defaultMQPushConsumer.getOffsetStore() != null) {
    this.offsetStore = this.defaultMQPushConsumer
        .getOffsetStore();
} else {
    switch (this.defaultMQPushConsumer.getMessageModel()) {
        case BROADCASTING:
            this.offsetStore = new LocalFileOffsetStore(this
                .mQClientFactory, this.defaultMQPushConsumer
                .getConsumerGroup());
```

```
                break;
            case CLUSTERING:
                this.offsetStore = new RemoteBrokerOffsetStore
                    (this.mQClientFactory, this
                        .defaultMQPushConsumer.getConsumerGroup());
                break;
            default:
                break;
        }
        this.defaultMQPushConsumer.setOffsetStore(this.offsetStore);
    }
    this.offsetStore.load();
```

根据消费消息方式的不同，OffsetStore 的类型也不同。如果是 BROADCASTING 模式，使用的是 LocalFileOffsetStore，Offset 存到本地；如果是 CLUSTERING 模式，使用的是 RemoteBrokerOffsetStore，Offset 存到 Broker 机器上。

然后是初始化 consumeMessageService，根据对消息顺序需求的不同，使用不同的 Service 类型，如代码清单 11-4 所示。

代码清单11-4　初始化consumeMessageService

```
if (this.getMessageListenerInner() instanceof
    MessageListenerOrderly) {
    this.consumeOrderly = true;
    this.consumeMessageService =
        new ConsumeMessageOrderlyService(this,
            (MessageListenerOrderly) this
                .getMessageListenerInner());
} else if (this.getMessageListenerInner() instanceof
    MessageListenerConcurrently) {
    this.consumeOrderly = false;
    this.consumeMessageService =
        new ConsumeMessageConcurrentlyService(this,
            (MessageListenerConcurrently) this
                .getMessageListenerInner());
}
this.consumeMessageService.start();
```

最后调用 MQClientInstance 的 start 方法，开始获取数据。

11.1.3 获取消息逻辑

获取消息的逻辑实现在 public void pullMessage（final PullRequest pullRequest）函数中，这是一个很大的函数，前半部分是进行一些判断，是进行流量控制的逻辑（见代码清单 11-5）；中间是对返回消息结果做处理的逻辑；后面是发送获取消息请求的逻辑。

代码清单11-5 流量控制逻辑

```
if (cachedMessageCount > this.defaultMQPushConsumer
    .getPullThresholdForQueue()) {
    this.executePullRequestLater(pullRequest,
        PULL_TIME_DELAY_MILLS_WHEN_FLOW_CONTROL);
    if ((queueFlowControlTimes++ % 1000) == 0) {
        log.warn(
            "the cached message count exceeds the threshold {}, so do" +
                " flow control, minOffset={}, maxOffset={}, count={}," +
                " size={} MiB, pullRequest={}, flowControlTimes={}",
            this.defaultMQPushConsumer.getPullThresholdForQueue(),
            processQueue.getMsgTreeMap().firstKey(), processQueue
                .getMsgTreeMap().lastKey(), cachedMessageCount,
            cachedMessageSizeInMiB, pullRequest, queueFlowControlTimes);
    }
    return;
}
if (cachedMessageSizeInMiB > this.defaultMQPushConsumer
    .getPullThresholdSizeForQueue()) {
    this.executePullRequestLater(pullRequest,
        PULL_TIME_DELAY_MILLS_WHEN_FLOW_CONTROL);
    if ((queueFlowControlTimes++ % 1000) == 0) {
        log.warn(
            "the cached message size exceeds the threshold {} MiB, so" +
                " do flow control, minOffset={}, maxOffset={}, " +
                "count={}, size={} MiB, pullRequest={}, " +
                "flowControlTimes={}",
            this.defaultMQPushConsumer.getPullThresholdSizeForQueue()
            , processQueue.getMsgTreeMap().firstKey(), processQueue
                .getMsgTreeMap().lastKey(), cachedMessageCount,
            cachedMessageSizeInMiB, pullRequest, queueFlowControlTimes);
    }
    return;
}
```

通过判断未处理消息的个数和总大小来控制是否继续请求消息。对于顺序

消息还有一些特殊判断逻辑。获取的消息返回后，根据返回状态，调用相应的处理方法，如代码清单 11-6 所示。

代码清单11-6　对返回消息结果做处理

```
switch (pullResult.getPullStatus()) {
    case FOUND:
        long prevRequestOffset = pullRequest
            .getNextOffset();
        pullRequest.setNextOffset(pullResult
            .getNextBeginOffset());
        ......
        break;
    case NO_NEW_MSG:
        pullRequest.setNextOffset(pullResult
            .getNextBeginOffset());
        DefaultMQPushConsumerImpl.this.correctTagsOffset
            (pullRequest);
        DefaultMQPushConsumerImpl.this
            .executePullRequestImmediately(pullRequest);
        break;
    case NO_MATCHED_MSG:
        pullRequest.setNextOffset(pullResult
            .getNextBeginOffset());
        DefaultMQPushConsumerImpl.this.correctTagsOffset
            (pullRequest);
        DefaultMQPushConsumerImpl.this
            .executePullRequestImmediately(pullRequest);
        break;
    case OFFSET_ILLEGAL:
        log.warn("the pull request offset illegal, {} {}",
            pullRequest.toString(), pullResult.toString());
        pullRequest.setNextOffset(pullResult
            .getNextBeginOffset());
......      break;
    default:
        break;
}
```

最后是发送获取消息请求，这三个阶段不停地循环执行，直到程序被停止，如代码清单 11-7 所示。

代码清单11-7　发送pull请求

```
try {
    this.pullAPIWrapper.pullKernelImpl(
```

```
                pullRequest.getMessageQueue(),
                subExpression,
                subscriptionData.getExpressionType(),
                subscriptionData.getSubVersion(),
                pullRequest.getNextOffset(),
                this.defaultMQPushConsumer.getPullBatchSize(),
                sysFlag,
                commitOffsetValue,
                BROKER_SUSPEND_MAX_TIME_MILLIS,
                CONSUMER_TIMEOUT_MILLIS_WHEN_SUSPEND,
                CommunicationMode.ASYNC,
                pullCallback
            );
        } catch (Exception e) {
            log.error("pullKernelImpl exception", e);
            this.executePullRequestLater(pullRequest,
                PULL_TIME_DELAY_MILLS_WHEN_EXCEPTION);
        }
```

11.2 消息的并发处理

本节重点看一下实现消息并发处理的代码，并发处理会增大实现流量控制、保证消息顺序方面的难度。

11.2.1 并发处理过程

处理效率的高低是反应 Consumer 实现好坏的重要指标，本节以 ConsumeMessageConcurrentlyService 类为例来分析 RocketMQ 的实现方式。ConsumeMessageConcurrentlyService 类在 org.apache.rocketmq.client.impl.consumer 包中。

这个类定义了三个线程池，一个主线程池用来正常执行收到的消息，用户可以自定义通过 consumeThreadMin 和 consumeThreadMax 来自定义线程个数。另外两个都是单线程的线程池，一个用来执行推迟消费的消息，另一个用来定期清理超时消息（15 分钟），如代码清单 11-8 所示。

代码清单11-8 三个线程池

```
this.consumeExecutor = new ThreadPoolExecutor(
```

```
        this.defaultMQPushConsumer.getConsumeThreadMin(),
        this.defaultMQPushConsumer.getConsumeThreadMax(), 1000 * 60,
        TimeUnit.MILLISECONDS, this.consumeRequestQueue,
        new ThreadFactoryImpl("ConsumeMessageThread_"));
    this.scheduledExecutorService =
        Executors.newSingleThreadScheduledExecutor(new ThreadFactoryImpl(
            "ConsumeMessageScheduledThread_"));
    this.cleanExpireMsgExecutors =
        Executors.newSingleThreadScheduledExecutor(new ThreadFactoryImpl(
            "CleanExpireMsgScheduledThread_"));
```

从 Broker 获取到一批消息以后，根据 BatchSize 的设置，把一批消息封装到一个 ConsumeRequest 中，然后把这个 ConsumeRequest 提交到 consumeExecutor 线程池中执行，如代码清单 11-9 所示。

代码清单11-9　任务分发逻辑

```
if (msgs.size() <= consumeBatchSize) {
    ConsumeRequest consumeRequest = new ConsumeRequest(msgs,
        processQueue, messageQueue);
    try {
        this.consumeExecutor.submit(consumeRequest);
    } catch (RejectedExecutionException e) {
        this.submitConsumeRequestLater(consumeRequest);
    }
} else {
    for (int total = 0; total < msgs.size(); ) {
        List<MessageExt> msgThis = new ArrayList<MessageExt>
            (consumeBatchSize);
        for (int i = 0; i < consumeBatchSize; i++, total++) {
            if (total < msgs.size()) {
                msgThis.add(msgs.get(total));
            } else {
                break;
            }
        }
        ConsumeRequest consumeRequest = new ConsumeRequest(msgThis,
            processQueue, messageQueue);
        try {
            this.consumeExecutor.submit(consumeRequest);
        } catch (RejectedExecutionException e) {
            for (; total < msgs.size(); total++) {
                msgThis.add(msgs.get(total));
            }
```

```
                this.submitConsumeRequestLater(consumeRequest);
            }
        }
    }
```

消息的处理结果可能有不同的值，主要的两个是CONSUME_SUCCESS和RECONSUME_LATER。如果消费不成功，要把消息提交到上面说的scheduledExecutorService线程池中，5秒后再执行；如果消费模式是CLUSTERING模式，未消费成功的消息会先被发送回Broker，供这个ConsumerGroup里的其他Consumer消费，如果发送回Broker失败，再调用RECONSUME_LATER，消息消费的Status处理逻辑如代码清单11-10所示。

代码清单11-10　消息消费的Status处理逻辑

```
switch (this.defaultMQPushConsumer.getMessageModel()) {
    case BROADCASTING:
        for (int i = ackIndex + 1; i < consumeRequest.getMsgs().size
            (); i++) {
            MessageExt msg = consumeRequest.getMsgs().get(i);
            log.warn("BROADCASTING, the message consume failed, drop " +
                "it, {}", msg.toString());
        }
        break;
    case CLUSTERING:
        List<MessageExt> msgBackFailed = new ArrayList<MessageExt>
            (consumeRequest.getMsgs().size());
        for (int i = ackIndex + 1; i < consumeRequest.getMsgs().size
            (); i++) {
            MessageExt msg = consumeRequest.getMsgs().get(i);
            boolean result = this.sendMessageBack(msg, context);
            if (!result) {
                msg.setReconsumeTimes(msg.getReconsumeTimes() + 1);
                msgBackFailed.add(msg);
            }
        }
        if (!msgBackFailed.isEmpty()) {
            consumeRequest.getMsgs().removeAll(msgBackFailed);
            this.submitConsumeRequestLater(msgBackFailed,
                consumeRequest.getProcessQueue(), consumeRequest
                    .getMessageQueue());
        }
        break;
    default:
```

```
            break;
    }
```

处理逻辑是用户自定义的，当消息量大的时候，处理逻辑执行效率的高低影响系统的吞吐量。可以把多条消息组合起来处理，或者提高线程数，以提高系统的吞吐量。

11.2.2　ProcessQueue 对象

在前面的源码中，有个 ProcessQueue 类型的对象，这个对象的功能是什么呢？从 Broker 获得的消息，因为是提交到线程池里并行执行，很难监控和控制执行状态，比如如何获得当前消息堆积的数量，如何解决处理超时情况等。RocketMQ 定义了一个快照类 ProcessQueue 来解决这些问题，在 PushConsumer 运行的时候，每个 Message Queue 都会有一个对应的 ProcessQueue 对象，保存了这个 Message Queue 消息处理状态的快照，如代码清单 11-11 所示。

ProcessQueue 对象里主要的内容是一个 TreeMap 和一个读写锁。TreeMap 里以 Message Queue 的 Offset 作为 Key，以消息内容的引用为 Value，保存了所有从 MessageQueue 获取到但是还未被处理的消息，读写锁控制着多个线程对 TreeMap 对象的并发访问。

代码清单11-11　保存消息消费的状态

```
private final ReadWriteLock lockTreeMap = new ReentrantReadWriteLock();
private final TreeMap<Long, MessageExt> msgTreeMap = new TreeMap<Long,
    MessageExt>();
private final AtomicLong msgCount = new AtomicLong();
private final AtomicLong msgSize = new AtomicLong();
private final Lock lockConsume = new ReentrantLock();
```

有了 ProcessQueue 对象，可以随时停止、启动消息的消费，同时也可用于帮助实现顺序消费消息。顺序消息是通过 ConsumeMessageOrderlyService 类实现的，主要流程和 ConsumeMessageConcurrentlyService 类似，区别只是在对并

发消费的控制上。

11.3 生产者消费者的底层类

无论是生产者还是消费者，在底层都要和 Broker 打交道，进行消息收发。在源码层面，底层的功能被抽象成同一个类，负责和 Broker 打交道，本节详细介绍这个类的情况。

11.3.1 MQClientInstance 类的创建规则

MQClientInstance 是客户端各种类型的 Consumer 和 Producer 的底层类。这个类首先从 NameServer 获取并保存各种配置信息，比如 Topic 的 Route 信息。同时 MQClientInstance 还会通过 MQClientAPIImpl 类实现消息的收发，也就是从 Broker 获取消息或者发送消息到 Broker。

既然 MQClientInstance 实现的是底层通信功能和获取并保存元数据的功能，就没必要每个 Consumer 或 Producer 都创建一个对象，一个 MQClientInstance 对象可以被多个 Consumer 或 Producer 公用。RocketMQ 通过一个工厂类达到共用 MQClientInstance 的目的。MQClientInstance 的创建如代码清单 11-12 所示。

代码清单11-12 创建MQClientInstance

```
MQClientManager.getInstance().getAndCreateMQClientInstance(this.
defaultMQProducer, rpcHook);
```

注意，MQClientInstance 是通过工厂类被创建的，并不是一个单例模式，有些情况下需要创建多个实例。首先来看看 MQClientInstance 的创建规则，如代码清单 11-13 所示。

代码清单11-13 MQClientInstance创建规则

```
public MQClientInstance getAndCreateMQClientInstance(
```

```
        final ClientConfig clientConfig, RPCHook rpcHook) {
        String clientId = clientConfig.buildMQClientId();
        MQClientInstance instance = this.factoryTable.get(clientId);
        if (null == instance) {
            instance =
                new MQClientInstance(clientConfig.cloneClientConfig(),
                    this.factoryIndexGenerator.getAndIncrement(), clientId,
                    rpcHook);
            MQClientInstance prev = this.factoryTable.putIfAbsent(clientId,
                instance);
            if (prev != null) {
                instance = prev;
                log.warn("Returned Previous MQClientInstance for " +
                    "clientId:[{}]", clientId);
            } else {
                log.info("Created new MQClientInstance for clientId:[{}]",
                    clientId);
            }
        }
        return instance;
    }
```

系统中维护了ConcurrentMap<String/* clientId */, MQClientInstance> factoryTable这个Map对象，每创建一个新的MQClientInstance，都会以clientId作为Key放入Map结构中。clientId的格式是“clientIp”+@+“InstanceName”，其中clientIp是客户端机器的IP地址，一般不会变，instancename有默认值，也可以被手动设置。

普通情况下，一个用到RocketMQ客户端的Java程序，或者说一个JVM进程只要有一个MQClientInstance实例就够了。这时候创建一个或多个Consumer或者Producer，底层使用的是同一个MQClientInstance实例。

在quick start文档中创建一个DefaultMQPushConsumer来接收消息，没有设置这个Consumer的InstanceName参数（通过setInstanceName函数进行设置），这个时候InstanceName的值是默认的“DEFAULT”。实际创建的MQClientInstance个数由设定的逻辑进行控制。InstanceName的生成逻辑如代码清单11-14所示。

代码清单11-14 InstanceName生成逻辑

```
if (this.defaultMQPushConsumer.getMessageModel() == MessageModel.CLUSTERING)
{
    this.defaultMQPushConsumer.changeInstanceNameToPID();
}
public void changeInstanceNameToPID() {
    if (this.instanceName.equals("DEFAULT")) {
        this.instanceName = String.valueOf(UtilAll.getPid());
    }
}
```

从 InstanceName 的创建逻辑就可以看出，如果创建 Consumer 或者 Producer 类型的时候不手动指定 InstanceName，进程中只会有一个 MQClientInstance 对象。

有些情况下只有一个 MQClientInstance 对象是不够的，比如一个 Java 程序需要连接两个 RoceketMQ 集群，从一个集群读取消息，发送到另一个集群，一个 MQClientInstance 对象无法支持这种场景。这种情况下一定要手动指定不同的 InstanceName，底层会创建两个 MQClientInstance 对象。

11.3.2 MQClientInstance 类的功能

首先来看一下 MQClientInstance 类的 Start 函数，从 Start 函数中的逻辑能大致了解 MQClientInstance 类的功能，如代码清单 11-15 所示。

代码清单11-15 MQClientInstance类Start函数

```
public void start() throws MQClientException {
    synchronized (this) {
        switch (this.serviceState) {
            case CREATE_JUST:
                this.serviceState = ServiceState.START_FAILED;
                // If not specified,looking address from name server
                if (null == this.clientConfig.getNamesrvAddr()) {
                    this.mQClientAPIImpl.fetchNameServerAddr();
                }
                // Start request-response channel
                this.mQClientAPIImpl.start();
```

```
                // Start various schedule tasks
                this.startScheduledTask();
                // Start pull service
                this.pullMessageService.start();
                // Start rebalance service
                this.rebalanceService.start();
                // Start push service
                this.defaultMQProducer.getDefaultMQProducerImpl().start
                    (false);
                log.info("the client factory [{}] start OK", this.clientId);
                this.serviceState = ServiceState.RUNNING;
                break;
            case RUNNING:
                break;
            case SHUTDOWN_ALREADY:
                break;
            case START_FAILED:
                throw new MQClientException("The Factory object[" + this.
                    getClientId() + "] has been created before, and failed.",
                    null);
            default:
                break;
        }
    }
}
```

Start 函数中的 MQClientAPIImpl 对象用来负责底层消息通信，然后启动 pullMessageService 和 rebalanceService。在类的成员变量中，用 topicRouteTable、brokerAddrTable 等来存储从 NameServer 中获得的集群状态信息，并通过一个 ScheduledTask 来维护这些信息。MQClientInstance 中定时执行的任务如代码清单 11-16 所示。

代码清单11-16　MQClientInstance中定时执行的任务

```
private void startScheduledTask() {
    if (null == this.clientConfig.getNamesrvAddr()) {
        this.scheduledExecutorService.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                try {
                    MQClientInstance.this.mQClientAPIImpl
                        .fetchNameServerAddr();
                } catch (Exception e) {
```

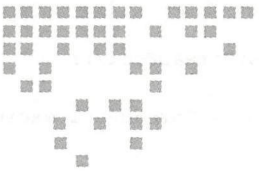
```
                    log.error("ScheduledTask fetchNameServerAddr " +
                        "exception", e);
                }
            }
        }, 1000 * 10, 1000 * 60 * 2, TimeUnit.MILLISECONDS);
    }
    this.scheduledExecutorService.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
        @Override
        public void run() {
            try {
                MQClientInstance.this.updateTopicRouteInfoFromNameServer();
            } catch (Exception e) {
                log.error("ScheduledTask " +
                    "updateTopicRouteInfoFromNameServer exception", e);
            }
        }
    }, 10, this.clientConfig.getPollNameServerInterval(), TimeUnit
        .MILLISECONDS);
    this.scheduledExecutorService.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
        @Override
        public void run() {
            try {
                MQClientInstance.this.cleanOfflineBroker();
                MQClientInstance.this.sendHeartbeatToAllBrokerWithLock();
            } catch (Exception e) {
                log.error("ScheduledTask sendHeartbeatToAllBroker " +
                    "exception", e);
            }
        }
    }, 1000, this.clientConfig.getHeartbeatBrokerInterval(), TimeUnit
        .MILLISECONDS);

    this.scheduledExecutorService.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
        @Override
        public void run() {
            try {
                MQClientInstance.this.persistAllConsumerOffset();
            } catch (Exception e) {
                log.error("ScheduledTask persistAllConsumerOffset " +
                    "exception", e);
            }
        }
    }, 1000 * 10, this.clientConfig.getPersistConsumerOffsetInterval(),
        TimeUnit.MILLISECONDS);
    this.scheduledExecutorService.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
        @Override
        public void run() {
            try {
```

```
                MQClientInstance.this.adjustThreadPool();
            } catch (Exception e) {
                log.error("ScheduledTask adjustThreadPool exception", e);
            }
        }
    }, 1, 1, TimeUnit.MINUTES);
}
```

从代码中可以看出，MQClientInstance 会定时进行如下几个操作：获取 NameServer 地址、更新 TopicRoute 信息、清理离线的 Broker 和保存消费者的 Offset。

11.4　本章小结

本章分析的是 Client 模块里的代码，我们在使用 RocketMQ 的时候，更多的是和这个模块里的代码打交道。本章重点分析了 DefaultMQPushConsumerImpl 类，然后分析了 Consumer 的并发处理过程，最后分析了客户端 Class 统一的底层通信类 MQClientInstance。下一章将从代码层面分析 RocketMQ 的主从同步机制。



Chapter 12 第 12 章

主从同步机制

RocketMQ 的 Broker 分为 Master 和 Slave 两个角色，为了保证高可用性，Master 角色的机器接收到消息后，要把内容同步到 Slave 机器上，这样一旦 Master 宕机，Slave 机器依然可以提供服务。本章分析 Master 和 Slave 角色机器间同步功能实现的源码。

12.1 同步属性信息

Slave 需要和 Master 同步的不只是消息本身，一些元数据信息也需要同步，比如 TopicConfig 信息、ConsumerOffset 信息、DelayOffset 和 SubscriptionGroupConfig 信息。Broker 在启动的时候，判断自己的角色是否是 Slave，是的话就启动定时同步任务，如代码清单 12-1 所示。

代码清单12-1 Slave角色定时同步元数据信息

```
if (BrokerRole.SLAVE == this.messageStoreConfig.getBrokerRole()) {
    if (this.messageStoreConfig.getHaMasterAddress() != null && this.
        messageStoreConfig.getHaMasterAddress().length() >= 6) {
        this.messageStore.updateHaMasterAddress(this.messageStoreConfig.
            getHaMasterAddress());
        this.updateMasterHAServerAddrPeriodically = false;
```

```
        } else {
            this.updateMasterHAServerAddrPeriodically = true;
        }
        this.scheduledExecutorService.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                try {
                    BrokerController.this.slaveSynchronize.syncAll();
                } catch (Throwable e) {
                    log.error("ScheduledTask syncAll slave exception", e);
                }
            }
        }, 1000 * 10, 1000 * 60, TimeUnit.MILLISECONDS);
    }
```

在 syncAll 函数里，调用 syncTopicConfig()、syncConsumerOffset()、syncDelayOffset() 和 syncSubscriptionGroupConfig() 进行元数据同步。我们以 syncConsumerOffset 为例，来看看底层的具体实现，如代码清单 12-2 所示。

代码清单12-2　syncConsumerOffset具体实现

```
public ConsumerOffsetSerializeWrapper getAllConsumerOffset(
    final String addr) throws InterruptedException, RemotingTimeoutException,
    RemotingSendRequestException, RemotingConnectException, MQBroker-
        Exception {
    RemotingCommand request = RemotingCommand.createRequestCommand(Request
        Code.GET_ALL_CONSUMER_OFFSET, null);
    RemotingCommand response = this.remotingClient.invokeSync(addr,
        request, 3000);
    assert response != null;
    switch (response.getCode()) {
        case ResponseCode.SUCCESS: {
            return ConsumerOffsetSerializeWrapper.decode(response.
                getBody(), ConsumerOffsetSerializeWrapper.class);
        }
        default:
            break;
    }
    throw new MQBrokerException(response.getCode(), response.getRemark());
}
```

sysConsumer Offset() 的基本逻辑是组装一个 RemotingCommand，底层通过 Netty 将消息发送到 Master 角色的 Broker，然后获取 Offset 信息。

12.2 同步消息体

本节介绍 Master 和 Slave 之间同步消息体内容的方法，也就是同步 CommitLog 内容的方法。CommitLog 和元数据信息不同：首先，CommitLog 的数据量比元数据要大；其次，对实时性和可靠性要求也不一样。元数据信息是定时同步的，在两次同步的时间差里，如果出现异常可能会造成 Master 上的元数据内容和 Slave 上的元数据内容不一致，不过这种情况还可以补救（手动调整 Offset，重启 Consumer 等）。CommitLog 在高可靠性场景下如果没有及时同步，一旦 Master 机器出故障，消息就彻底丢失了。所以有专门的代码来实现 Master 和 Slave 之间消息体内容的同步。

主要的实现代码在 Broker 模块的 org.apache.rocketmq.store.ha 包中，里面包括 HAService、HAConnection 和 WaitNotifyObject 这三个类。

HAService 是实现 commitLog 同步的主体，它在 Master 机器和 Slave 机器上执行的逻辑不同，默认是在 Master 机器上执行，见代码清单 12-3。

代码清单12-3 根据Broker角色，确定是否设置HaMasterAddress

```
if (BrokerRole.SLAVE == this.messageStoreConfig.getBrokerRole()) {
    if (this.messageStoreConfig.getHaMasterAddress() != null && this.
        messageStoreConfig
        .getHaMasterAddress().length() >= 6) {
        this.messageStore.updateHaMasterAddress(this.messageStoreConfig.
            getHaMasterAddress());
        this.updateMasterHAServerAddrPeriodically = false;
    } else {
        this.updateMasterHAServerAddrPeriodically = true;
    }
```

当 Broker 角色是 Slave 的时候，MasterAddr 的值会被正确设置，这样 HAService 在启动的时候，在 HAClient 这个内部类中，connectMaster 会被正确执行，如代码清单 12-4 所示。

代码清单12-4　Slave角色连接Master

```
private boolean connectMaster() throws ClosedChannelException {
    if (null == socketChannel) {
        String addr = this.masterAddress.get();
        if (addr != null) {
            SocketAddress socketAddress = RemotingUtil.string2SocketAddress(addr);
            if (socketAddress != null) {
                this.socketChannel = RemotingUtil.connect(socketAddress);
                if (this.socketChannel != null) {
                    this.socketChannel.register(this.selector, SelectionKey.
                        OP_READ);
                }
            }
        }
        this.currentReportedOffset = HAService.this.defaultMessageStore.
            getMaxPhyOffset();

        this.lastWriteTimestamp = System.currentTimeMillis();
    }
    return this.socketChannel != null;
}
```

从代码中可以看出，HAClient 试图通过 Java NIO 函数去连接 Master 角色的 Broker。Master 角色有相应的监听代码，如代码清单 12-5 所示。

代码清单12-5　监听Slave的HA连接

```
/**
 * Starts listening to slave connections.
 *
 * @throws Exception If fails.
 */
public void beginAccept() throws Exception {
    this.serverSocketChannel = ServerSocketChannel.open();
    this.selector = RemotingUtil.openSelector();
    this.serverSocketChannel.socket().setReuseAddress(true);
    this.serverSocketChannel.socket().bind(this.socketAddressListen);
    this.serverSocketChannel.configureBlocking(false);
    this.serverSocketChannel.register(this.selector, SelectionKey.OP_ACCEPT);
}
```

CommitLog 的同步，不是经过 netty command 的方式，而是直接进行 TCP 连接，这样效率更高。连接成功以后，通过对比 Master 和 Slave 的

Offset，不断进行同步。

12.3 sync_master 和 async_master

sync_master 和 async_master 是写在 Broker 配置文件里的配置参数，这个参数影响的是主从同步的方式。从字面意思理解，sync_master 是同步方式，也就是 Master 角色 Broker 中的消息要立刻同步过去；async_master 是异步方式，也就是 Master 角色 Broker 中的消息是通过异步处理的方式同步到 Slave 角色的机器上的。下面结合代码来分析，sync_master 下的消息同步如代码清单 12-6 所示。

代码清单12-6 sync_master下的消息同步

```
public void handleHA(AppendMessageResult result,
    PutMessageResult putMessageResult, MessageExt messageExt) {
    if (BrokerRole.SYNC_MASTER == this.defaultMessageStore
        .getMessageStoreConfig().getBrokerRole()) {
        HAService service = this.defaultMessageStore.getHaService();
        if (messageExt.isWaitStoreMsgOK()) {
            // Determine whether to wait
            if (service.isSlaveOK(result.getWroteOffset() + result
                .getWroteBytes())) {
                GroupCommitRequest request = new GroupCommitRequest
                    (result.getWroteOffset() + result
                    .getWroteBytes());
                service.putRequest(request);
                service.getWaitNotifyObject().wakeupAll();
                boolean flushOK =
                    request.waitForFlush(this.defaultMessageStore
                        .getMessageStoreConfig().getSyncFlushTimeout());
                if (!flushOK) {
                    log.error("do sync transfer other node, wait return, " +
                        "but failed, topic: " + messageExt
                        .getTopic() + " tags: "
                        + messageExt.getTags() + " client address: " +
                        messageExt.getBornHostNameString());
                    putMessageResult.setPutMessageStatus(PutMessageStatus
                        .FLUSH_SLAVE_TIMEOUT);
                }
            }
```

```
                // Slave problem
                else {
                    // Tell the producer, slave not available
                    putMessageResult.setPutMessageStatus(PutMessageStatus
                        .SLAVE_NOT_AVAILABLE);
                }
            }
        }
    }
```

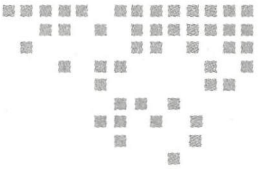
在 CommitLog 类的 putMessage 函数末尾，调用 handleHA 函数。代码中的关键词是 wakeupAll 和 waitForFlush，在同步方式下，Master 每次写消息的时候，都会等待向 Slave 同步消息的过程，同步完成后再返回，如代码清单 12-7 所示。(putMessage 函数比较长，仅列出关键的代码)。

代码清单12-7　putMessage中调用handleHA

```
public PutMessageResult putMessage(final MessageExtBrokerInner msg) {
    // Set the storage time
    msg.setStoreTimestamp(System.currentTimeMillis());
    // Set the message body BODY CRC (consider the most appropriate setting
    // on the client)
    msg.setBodyCRC(UtilAll.crc32(msg.getBody()));
    // Back to Results
    AppendMessageResult result = null;

    StoreStatsService storeStatsService = this.defaultMessageStore
        .getStoreStatsService();

    String topic = msg.getTopic();
    int queueId = msg.getQueueId();

  ......

    handleDiskFlush(result, putMessageResult, msg);
    handleHA(result, putMessageResult, msg);

    return putMessageResult;
}
```

12.4 本章小结

本章分析了 Master 和 Slave 角色的 Broker 之间同步信息功能的实现。需要同步的信息分为两种类型，实现方式各不相同：一种是元数据信息，采用基于 Netty 的 command 方式来同步消息；另一种是 commitLog 信息，同步方式是直接基于 Java NIO 来实现。下一章将介绍 RocketMQ 底层通信逻辑的具体实现。



第 13 章 Chapter 13

基于 Netty 的通信实现

本章分析 RocketMQ 底层通信的实现机制，作为一个分布式消息队列，通信的质量至关重要。基于 TCP 协议和 Socket 实现一个高效、稳定的通信程序并不容易，有很多大大小小的“坑”等待着经验不足的开发者。RocketMQ 选择不重复发明轮子，基于 Netty 库来实现底层的通信功能。

13.1 Netty 介绍

Netty 是一个网络应用框架，或者说是一个 Java 网络开发库。Netty 提供异步事件驱动的方式，使用它可以快速地开发出高性能的网络应用程序，比如客户端 / 服务器自定义协议程序，大大简化了网络程序的开发过程。

Netty 是一个精心设计的框架，它从许多协议实现中吸收了丰富的经验，比如 FTP、SMTP、HTTP 等许多基于二进制和文本的传统协议。借助 Netty，可以比较容易地开发出达到 Java 网络专家 + 并发编程专家水平的通信程序。

了解 Netty 前需要对 Java NIO 有个基本的了解，熟悉 Channel、ByteBuffer、Selector 等基本概念。对于 Java 网络编程经验不多的读者，可以试着先用 Java

NIO 的基本类写一个简单的 Client/Server 程序，然后再用 Netty 对比着实现一遍，这样比较容易理解 Netty 里各种组件存在的原因。

13.2 Netty 架构总览

如图 13-1 所示，Netty 主要分为三部分：一是底层的零拷贝技术和统一通信模型；二是基于 JVM 实现的传输层；三是常用协议支持。读者可以参考架构图做一个基本的了解，如果读者想深入了解的话可以阅读一些专门介绍 Netty 的书籍。

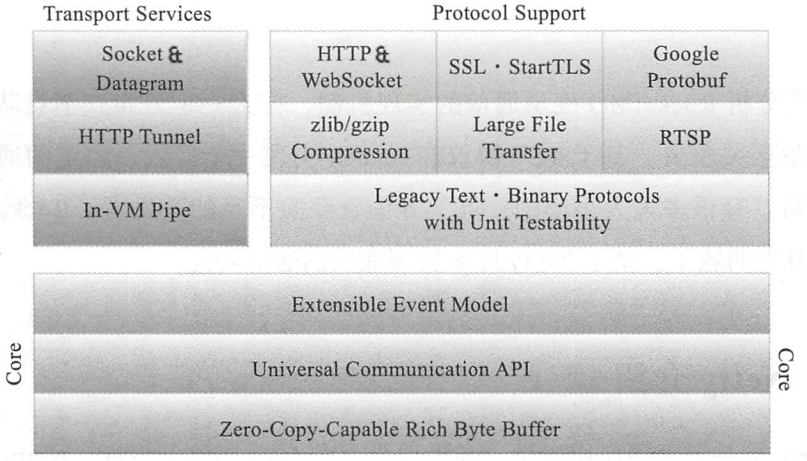


图 13-1 Netty 整体架构

13.2.1 重新实现 ByteBuffer

在网络通信中，CPU 处理数据的速度大大快于网络传输数据的速度，所以需要引入缓冲区，将网络传输的数据放入缓冲区，累积足够的数据再发给 CPU 处理。

Netty 使用自己重新实现的 buffer API，而不是使用 NIO 的 ByteBuffer 来表示一个连续的字节序列。新实现的 buffer 类型 ByteBuf 可以从底层解决 ByteBuffer

的一些问题，是一种更适合日常网络应用开发需要的缓存类型。重新实现的 ByteBuf 特性包括允许使用自定义的缓存类型、透明的零拷贝实现、比 ByteBuffer 更快的响应速度等。

字节缓存在网络通信中会被频繁地使用，ByteBuf 实现的是一个非常轻量级的字节数组包装器。ByteBuf 有读操作和写操作，为了便于用户使用，该缓冲区维护了读索引和写索引。ByteBuf 由三个片段构成：废弃段、可读段和可写段。其中，可读段表示缓冲区实际存储的可用数据。当用户使用 read 或者 skip 方法时，将会增加读索引。读索引之前的数据将进入废弃段，表示该数据已被使用过了。此外，用户可主动使用 discardReadBytes 清空废弃段以便得到更多的可写空间。简单来说和 ByteBuffer 相比，ByteBuf 用在网络编程时更合适，更易用。

13.2.2　统一的异步 I/O 接口

传统的 Java I/O API 在应对不同的传输协议时需要使用不同的类型和方法。例如 java.net.Socket 和 java.net.DatagramSocket，但它们没有相同的父类型，因此需要使用不同的调用方式执行 Socket 操作。因为在模式上不匹配，所以更换网络应用的传输协议时工作会变得很繁杂。由于（Java I/O API）缺乏协议间的可移植性，无法在不修改网络传输层的前提下增加多种协议的支持。从理论上讲，多种应用层协议可运行在多种传输层协议之上，例如 TCP/IP、UDP/IP、SCTP 和串口通信。

还有个复杂的情况是，Java 的新 I/O（NIO）API 与原有的阻塞式 I/O（OIO）API 不兼容。这两者无论是在设计上还是在性能上，其特性都不相同，可是在开发时一般只选择某一种 API。例如，在用户数较小的时候可以选择使用传统的 OIO（Old I/O）API，毕竟与 NIO 相比使用 OIO 更加容易；但是当业务快速增长，服务器需要同时处理成千上万的客户连接时问题就来了，这时候不得不尝试使用 NIO 来解决，新的 NIO Selector 编程接口和 Old I/O 差别很大，很难

做到快速升级。

Netty 有一个被称为 Channel 的统一异步 I/O 编程接口，这个编程接口抽象了所有点对点的通信操作。这样，如果应用是基于 Netty 的某一种传输方式来实现的，则可以快速迁移到另一种传输实现上。Netty 提供了几种拥有相同编程接口的基本传输实现：

- 基于 NIO 的 TCP/IP 传输（io.netty.channel.nio）；
- 基于 OIO 的 TCP/IP 传输（io.netty.channel.oio）；
- 基于 OIO 的 UDP/IP 传输（io.netty.channel.oio）；
- 本地传输（io.netty.channel.local）。

切换不同的传输实现通常只需修改几行代码，而且由于核心 API 具有高度的可扩展性，很容易定制自己的传输实现。

13.2.3 基于拦截链模式的事件模型

一个定义良好并具有扩展能力的事件模型可以大大提高事件驱动程序的效率，Netty 就具有定义良好的 I/O 事件模型，它采用严格的层次结构来区分不同的事件类型，Netty 也允许在不破坏现有代码的情况下实现自己的事件类型。事件模型是 Netty 的一个亮点，很多 NIO 通信框架没有或者仅有有限的事件模型概念，当需要一个新的事件类型的时候常常需要修改已有的代码，有的甚至不允许进行自定义的扩展。

在 Netty 中，ChannelPipeline 内部的一个 ChannelEvent 被一组 ChannelHandler 处理。这个管道是 Intercepting Filter(拦截过滤器）模式的一种高级形式的实现，因此对于一个事件如何被处理，以及管道内部处理器间的交互过程，用户拥有绝对的控制力。

13.2.4　高级组件

Netty 提供了一系列的高级组件来让开发过程更加快捷，比如 Codec 框架、SSL / TLS 支持、HTTP 实现等。

首先看看 Codec 框架。从业务逻辑代码中分离协议处理部分可以让代码结构变得更清晰，但是如果从零开始实现会有很高的复杂性，比如处理分段消息，相互叠加的多层协议，还有些协议复杂到无法在一台独立的状态机上实现。Netty 提供了一组构建在其核心模块之上的 codec 实现，是一种可扩展、可重用、可单元测试，并且是多层的 codec 框架，为用户提供容易维护的 codec 代码。

Netty 还提供对 SSL / TLS 的支持，不同于传统阻塞式的 I/O 实现，在 NIO 模式下支持 SSL 功能不能只是简单地包装一下流数据并进行加密或解密工作，还需要借助于 javax.net.ssl.SSLEngine。SSLEngine 是一个有状态的实现，使用 SSLEngine 必须管理所有可能的状态，例如密码套件、密钥协商（或重新协商）、证书交换以及认证等，而且 SSLEngine 不是一个绝对的线程安全实现。在 Netty 内部，SslHandler 封装了所有艰难的细节，以及使用 SSLEngine 可能带来的陷阱。用户只需要配置并将该 SslHandler 插入你的 ChannelPipeline 中即可，而且 Netty 允许实现像 StartTlS 那样的高级特性。

HTTP 是互联网上最受欢迎的协议，与现有的 HTTP 实现相比，Netty 的 HTTP 实现是相当与众不同的。在 HTTP 消息的低层交互过程中用户拥有绝对的控制力，因为 Netty 的 HTTP 实现只是一些 HTTP Codec 和 HTTP 消息类的简单组合，不存在任何限制，例如那种被迫选择的线程模型。用户可以根据自己的需求编写那种可以完全按照你期望的工作方式工作的客户端或服务器端代码，比如线程模型、连接生命期、快编码等。基于这种高度可定制化的特性，用户可以开发一个非常高效的 HTTP 服务器，例如要求持久化链接以及服务器端推送技术的聊天服务，需要保持链接直至整个文件下载完成的媒体流服务，

需要上传大文件并且没有内存压力的文件服务，支持大规模混合客户端应用用于连接以万计的第三方异步 web 服务等。

Netty 的 WebSockets 实现，WebSockets 允许双向，全双工通信信道。在 TCP socket 中，它被设计为允许一个 Web 浏览器和 Web 服务器之间通过数据流交互。WebSocket 协议已经被 IETF 列为 RFC 6455 规范，并且 Netty 实现了 RFC 6455 和一些老版本的规范。

此外 Netty 还支持 Google Protocol Buffer，Google Protocol Buffers 是快速实现一个高效的二进制协议的理想方案。通过使用 ProtobufEncoder 和 ProtobufDecoder，我们可以把 Google Protocol Buffers 编译器（protoc）生成的消息类放入 Netty 的 codec 实现中。

13.3 Netty 用法示例

13.3.1 Discard 服务器

世上最简单的协议不是“Hello, World!”而是 DISCARD 服务器。这个协议会抛弃任何收到的数据而不响应。实现 DISCARD 协议只需忽略所有收到的数据。我们从 Handler（处理器）的实现开始，Handler 是由 Netty 生成用来处理 I/O 事件的，如代码清单 13-1 所示。

代码清单13-1 DiscardServerHandler实现

```
import io.netty.buffer.ByteBuf;
import io.netty.channel.ChannelHandlerContext;
import io.netty.channel.ChannelInboundHandlerAdapter;
/**
 * 处理服务端 channel.
 */
public class DiscardServerHandler extends ChannelInboundHandlerAdapter {
    // (1)
    @Override
    public void channelRead(ChannelHandlerContext ctx, Object msg) { // (2)
        // 默默地丢弃收到的数据
```

```
            ((ByteBuf) msg).release(); // (3)
        }
        @Override
        public void exceptionCaught(ChannelHandlerContext ctx, Throwable
            cause) { // (4)
            // 当出现异常就关闭连接
            cause.printStackTrace();
            ctx.close();
        }
    }
```

DiscardServerHandler 继承自 ChannelInboundHandlerAdapter，这个类实现了 ChannelInboundHandler 接口，ChannelInboundHandler 提供了许多事件处理的接口方法，我们可以覆盖这些方法。只需要继承 ChannelInboundHandlerAdapter 类而不用自己去实现接口方法。

这里我们覆盖了 chanelRead() 事件处理方法。每当从客户端收到新的数据时，这个方法会在收到消息时被调用，这个例子中，收到的消息类型是 ByteBuf。

为了实现 DISCARD 协议，处理器不得不忽略所有接收到的消息。ByteBuf 是一个引用计数对象，这个对象必须显式地调用 release() 方法来释放。注意处理器的职责是释放所有传递到处理器的引用计数对象。我们看看 channelRead() 一般实现的方法，如代码清单 13-2 所示。

代码清单13-2　channelRead实现

```
@Override
    public void channelRead(ChannelHandlerContext ctx, Object msg) {
        try {
            // Do something with msg
        } finally {
            ReferenceCountUtil.release(msg);
        }
    }
```

在出现 Throwable 对象，即当 Netty 由于 IO 错误或者处理器在处理事件抛

出异常时，exceptionCaught() 事件处理方法会被调用。在大部分情况下，捕获的异常应该被记录下来并且把关联的 Channel 关闭掉。通常在遇到不同的异常情况下会实现不同的处理方法，比如可能想在关闭连接之前发送一个错误码的响应消息。

目前为止我们已经实现了 DISCARD 服务器差不多一半的功能，接下来编写一个 main() 方法来启动服务端的 DiscardServerHandler，如代码清单 13-3 所示。

代码清单13-3 DiscardServer实现

```
import io.netty.bootstrap.ServerBootstrap;
import io.netty.channel.ChannelFuture;
import io.netty.channel.ChannelInitializer;
import io.netty.channel.ChannelOption;
import io.netty.channel.EventLoopGroup;
import io.netty.channel.nio.NioEventLoopGroup;
import io.netty.channel.socket.SocketChannel;
import io.netty.channel.socket.nio.NioServerSocketChannel;
/**
 * 丢弃任何进入的数据
 */
public class DiscardServer {
    private int port;
    public DiscardServer(int port) {
        this.port = port;
    }
    public void run() throws Exception {
        EventLoopGroup bossGroup = new NioEventLoopGroup(); // (1)
        EventLoopGroup workerGroup = new NioEventLoopGroup();
        try {
            ServerBootstrap b = new ServerBootstrap(); // (2)
            b.group(bossGroup, workerGroup)
             .channel(NioServerSocketChannel.class) // (3)
             .childHandler(new ChannelInitializer<SocketChannel>() { // (4)
                 @Override
                 public void initChannel(SocketChannel ch) throws Exception
                 {
                     ch.pipeline().addLast(new DiscardServerHandler());
                 }
             })
             .option(ChannelOption.SO_BACKLOG, 128)          // (5)
             .childOption(ChannelOption.SO_KEEPALIVE, true); // (6)
```

```
            // 绑定端口，开始接收进来的连接
            ChannelFuture f = b.bind(port).sync(); // (7)
            // 等待服务器 Socket 关闭。
            // 在这个例子中，这不会发生，但你可以优雅地关闭你的服务器。
            f.channel().closeFuture().sync();
        } finally {
            workerGroup.shutdownGracefully();
            bossGroup.shutdownGracefully();
        }
    }
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        int port;
        if (args.length > 0) {
            port = Integer.parseInt(args[0]);
        } else {
            port = 8080;
        }
        new DiscardServer(port).run();
    }
}
```

NioEventLoopGroup 是用来处理 I/O 操作的多线程事件循环器，Netty 提供了许多不同的 EventLoopGroup 的实现来处理不同的传输类型。在这个例子中我们实现了一个服务端的应用，因此会有 2 个 NioEventLoopGroup 被使用。第一个经常被叫做“boss”，用来接收进来的连接；第二个经常被叫做“worker”，用来处理已经被接收的连接。一旦“boss”接收到连接，就会把连接信息注册到“worker”上。如何知道多少个线程已经被使用，如何映射到已经创建的 Channel 上都需要依赖于 EventLoopGroup 的实现，并且可以通过构造函数来配置他们的关系。

ServerBootstrap 是一个启动 NIO 服务的辅助启动类。可以在这个服务中直接使用 Channel，但处理过程比较复杂，一般不需要这样做。

代码中我们指定使用 NioServerSocketChannel 类来说明一个新的 Channel 如何接收进来的连接。

这里的事件处理类经常会被用来处理一个最近的已经接收的 Channel。

ChannelInitializer 是一个特殊的处理类，他的目的是帮助使用者配置一个新的 Channel。我们可以通过增加一些处理类比如 DiscardServerHandler 来配置一个新的 Channel 或者其对应的 ChannelPipeline 来实现网络程序。当网络程序变得复杂时，可以增加更多的处理类到 pipline 上，然后提取这些匿名类到最顶层的类上。

可以设置代码中指定的 Channel 的配置参数，这是一个 TCP/IP 的服务端程序，因此我们要设置 Socket 的参数选项比如 tcpNoDelay 和 keepAlive。详细内容可以参考 ChannelOption 和 ChannelConfig 实现的接口文档，来对 ChannelOption 有一个大致的认识。

option() 是提供给 NioServerSocketChannel 用来接收进来的连接。childOption() 是提供给由父管道 ServerChannel 接收到的连接，在这个例子中也就是 NioServerSocketChannel。

剩下的就是绑定端口然后启动服务。这里是绑定了机器所有网卡上的 8080 端口。现在也可以多次调用 bind() 方法来绑定不同的地址。

13.3.2 查看收到的数据

上一节我们已经编写了 Discard 服务端，现在需要测试一下它是否真的可以运行。最简单的测试方法是使用 telnet 命令。例如可以在命令行上输入 telnet localhost 8080 或者其他类型参数。但是我们不能确定这个服务端是否正常运行，因为它是一个 Discard 服务，没法得到任何响应。为了证明程序仍然在正常工作，我们需要修改服务端的程序来打印出它到底接收到了什么。

我们已经知道 channelRead() 方法是在数据被接收的时候调用。让我们在 DiscardServerHandler 类的 channelRead() 方法里添加一些代码，如代码清单 13-4 所示。

代码清单13-4　重新实现channelRead

```
@Override
public void channelRead(ChannelHandlerContext ctx, Object msg) {
    ByteBuf in = (ByteBuf) msg;
    try {
        while (in.isReadable()) { // (1)
            System.out.print((char) in.readByte());
            System.out.flush();
        }
    } finally {
        ReferenceCountUtil.release(msg); // (2)
    }
}
```

这个低效的循环可以被简化为：System.out.println(in.toString(io.netty.util.CharsetUtil.US_ASCII))。

可以在这里调用 in.release()，如果再次运行 telnet 命令，我们就能看到服务端会打印出它所接收到的消息。

13.4　RocketMQ 基于 Netty 的通信功能实现

RocketMQ 底层通信的实现是在 Remoting 模块里，因为借助了 Netty，RocketMQ 的通信部分没有很多的代码，就是用 Netty 实现了一个自定义协议的客户端 / 服务器程序。

13.4.1　顶层抽象类

RocketMQ 的通信部分代码量并不多，代码结构如图 13-2 所示。

RocketMQ 通信模块的顶层结构是 RemotingServer 和 RemotingClient，分别对应通信的服务端和客户端。首先看看 RemotingServer，如代码清单 13-5 所示。

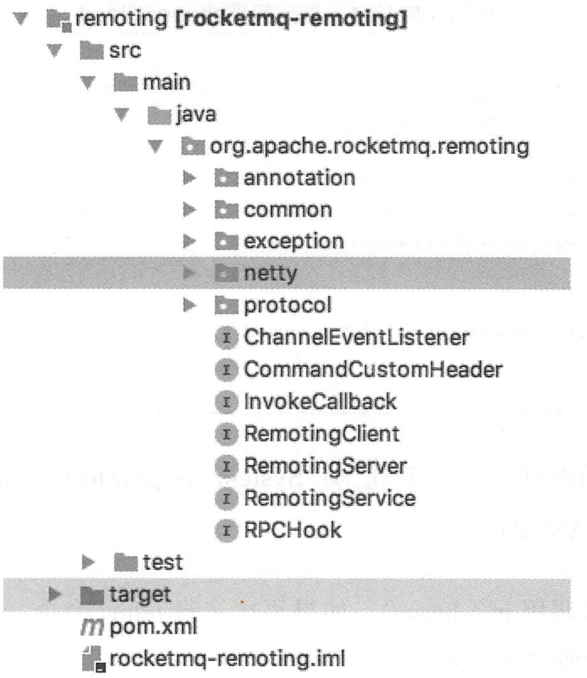


图 13-2 Remoting 模块代码结构

代码清单13-5 RemotingService类

```
public interface RemotingServer extends RemotingService {
    void registerProcessor(final int requestCode,
        final NettyRequestProcessor processor,
        final ExecutorService executor);
    void registerDefaultProcessor(final NettyRequestProcessor processor,
        final ExecutorService executor);
    int localListenPort();
    Pair<NettyRequestProcessor, ExecutorService> getProcessorPair(
        final int requestCode);
    RemotingCommand invokeSync(final Channel channel,
        final RemotingCommand request,
        final long timeoutMillis) throws InterruptedException,
        RemotingSendRequestException,
        RemotingTimeoutException;
    void invokeAsync(final Channel channel, final RemotingCommand request,
        final long timeoutMillis,
        final InvokeCallback invokeCallback) throws InterruptedException,
        RemotingTooMuchRequestException, RemotingTimeoutException,
        RemotingSendRequestException;
```

```
    void invokeOneway(final Channel channel, final RemotingCommand request,
        final long timeoutMillis)
        throws InterruptedException, RemotingTooMuchRequestException,
        RemotingTimeoutException,
        RemotingSendRequestException;
}
```

RemotingServer 类中比较重要的是：localListenPort、registerProcessor 和 registerDefaultProcessor，registerDefaultProcessor 用来设置接收到消息后的处理方法。

RemotingClient 类和 RemotingServer 类相对应，比较重要的方法是 updateNameServerAddressList、invokeSync 和 invokeOneway，updateNameServerAddressList 用来获取有效的 NameServer 地址，invokeSync 与 invokeOneway 用来向 Server 端发送请求，如代码清单 13-6 所示。

代码清单13-6　RemotingClient类

```
public interface RemotingClient extends RemotingService {
    void updateNameServerAddressList(final List<String> addrs);
    List<String> getNameServerAddressList();
    RemotingCommand invokeSync(final String addr, final RemotingCommand request,
        final long timeoutMillis) throws InterruptedException,
        RemotingConnectException,
        RemotingSendRequestException, RemotingTimeoutException;
    void invokeAsync(final String addr, final RemotingCommand request,
        final long timeoutMillis,
        final InvokeCallback invokeCallback) throws InterruptedException,
        RemotingConnectException,
        RemotingTooMuchRequestException, RemotingTimeoutException,
        RemotingSendRequestException;
    void invokeOneway(final String addr, final RemotingCommand request,
        final long timeoutMillis)
        throws InterruptedException, RemotingConnectException,
        RemotingTooMuchRequestException,
        RemotingTimeoutException, RemotingSendRequestException;
    void registerProcessor(final int requestCode,
        final NettyRequestProcessor processor,
        final ExecutorService executor);
    void setCallbackExecutor(final ExecutorService callbackExecutor);
    boolean isChannelWritable(final String addr);
}
```

13.4.2 自定义协议

NettyRemotingServer 和 NettyRemotingClient 分别实现了 RemotingServer 与 RemotingClient 这两个接口，但它们有很多共有的内容，比如 invokeSync、invokeOneway 等，所以这些共有函数被提取到 NettyRemotingAbstract 共同继承的父类中。首先来分析一下在 NettyRemotingAbstract 中是如何处理接收到的内容的，如代码清单 13-7 所示。

代码清单13-7 处理请求消息

```
public void processRequestCommand(final ChannelHandlerContext ctx,
    final RemotingCommand cmd) {
    final Pair<NettyRequestProcessor, ExecutorService> matched = this
        .processorTable.get(cmd.getCode());
    final Pair<NettyRequestProcessor, ExecutorService> pair = null ==
        matched ? this.defaultRequestProcessor : matched;
final int opaque = cmd.getOpaque();
------
```

无论是服务端还是客户端都需要处理接收到的请求，处理方法由 processRequestCommand 定义，注意这里接收到的消息已经被转换成 RemotingCommand 了，而不是原始的字节流。

RemotingCommand 是 RocketMQ 自定义的协议，具体格式如图 13-3 所示。

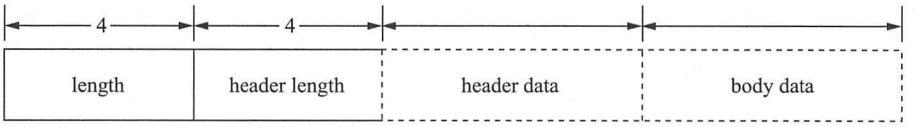


图 13-3 RocketMQ 自定义通信协议

这个协议只有四部分，但是覆盖了 RocketMQ 各个角色间几乎所有的通信过程，RemotingCommand 有实际的数据类型和各部分对应，如代码清单 13-8 所示。

代码清单13-8　RemotingCommand成员变量

```
private int code;
private LanguageCode language = LanguageCode.JAVA;
private int version = 0;
private int opaque = requestId.getAndIncrement();
private int flag = 0;
private String remark;
private HashMap<String, String> extFields;
private transient CommandCustomHeader customHeader;
private SerializeType serializeTypeCurrentRPC = serializeTypeConfigInThis-
    Server;
private transient byte[] body;
```

RocketMQ 各个组件间的通信需要频繁地在字节码和 RemotingCommand 间相互转换，也就是编码、解码过程，好在 Netty 提供了 codec 支持，这个频繁的操作只需要一行设置就可以完成：pipeline()addLast(new NettyEncoder(), new NettyDecoder() .....

下面分析一下发送消息的实现机制，即同部发送方式的实现，如代码清单 13-9 所示。

代码清单13-9　同步方式发送

```
public RemotingCommand invokeSyncImpl(final Channel channel,
    final RemotingCommand request,
    final long timeoutMillis)
    throws InterruptedException, RemotingSendRequestException,
    RemotingTimeoutException {
    final int opaque = request.getOpaque();
    try {
        final ResponseFuture responseFuture = new ResponseFuture(opaque,
            timeoutMillis, null, null);
        this.responseTable.put(opaque, responseFuture);
        final SocketAddress addr = channel.remoteAddress();
        channel.writeAndFlush(request).addListener(new ChannelFutureListener()
            {
            @Override
            public void operationComplete(
                ChannelFuture f) throws Exception {
                if (f.isSuccess()) {
                    responseFuture.setSendRequestOK(true);
```

```
                    return;
                } else {
                    responseFuture.setSendRequestOK(false);
                }
                responseTable.remove(opaque);
                responseFuture.setCause(f.cause());
                responseFuture.putResponse(null);
                log.warn("send a request command to channel <" + addr +
                    "> failed.");
            }
        });
        RemotingCommand responseCommand = responseFuture.waitResponse
            (timeoutMillis);
        if (null == responseCommand) {
            if (responseFuture.isSendRequestOK()) {
                throw new RemotingTimeoutException(RemotingHelper
                    .parseSocketAddressAddr(addr), timeoutMillis,
                    responseFuture.getCause());
            } else {
                throw new RemotingSendRequestException(RemotingHelper
                    .parseSocketAddressAddr(addr), responseFuture
                    .getCause());
            }
        }
        return responseCommand;
    } finally {
        this.responseTable.remove(opaque);
    }
}
```

函数的 RemotingCommand 来自对要发送消息的封装，输入参数 Channel 来自 io.netty.channel。Channel 是通信的入口，Channel 对象的获取，对于服务端和客户端来说差别很大。对客户端来说，由于是主动获取消息的一方，需要向哪个地址发送消息，于是通过 Netty 的 Bootstrap 方法创建一个连接（同时把连接后的 Channel 保存起来，避免每发一个消息都重新创建连接）；对服务端来说，很少主动发送消息，服务端一直在监听某个端口，当有一个连接请求进入后，服务端会把创建的 Channel 对象保存下来，供偶尔需要向客户端主动发消息的时候使用。

13.4.3　基于 Netty 的 Server 和 Client

基于 Netty 实现的 Server 或 Client 程序，具体代码在 NettyRemotingServer 和 NettyRemotingClient 这两个类中，我们从 ServerBootstrap 的初始化来看 RocketMQ 是如何基于 Netty 实现 Server 端程序的，如代码清单 13-10 所示。

代码清单13-10　ServerBootstrap实现

```
ServerBootstrap childHandler =
    this.serverBootstrap.group(this.eventLoopGroupBoss, this
        .eventLoopGroupSelector)
        .channel(useEpoll() ? EpollServerSocketChannel.class :
            NioServerSocketChannel.class)
        .option(ChannelOption.SO_BACKLOG, 1024)
        .option(ChannelOption.SO_REUSEADDR, true)
        .option(ChannelOption.SO_KEEPALIVE, false)
        .childOption(ChannelOption.TCP_NODELAY, true)
        .childOption(ChannelOption.SO_SNDBUF, nettyServerConfig
            .getServerSocketSndBufSize())
        .childOption(ChannelOption.SO_RCVBUF, nettyServerConfig
            .getServerSocketRcvBufSize())
        .localAddress(new InetSocketAddress(this.nettyServerConfig
            .getListenPort()))
        .childHandler(new ChannelInitializer<SocketChannel>() {
            @Override
            public void initChannel(SocketChannel ch) throws Exception {
                ch.pipeline()
                    .addLast(defaultEventExecutorGroup,
                        HANDSHAKE_HANDLER_NAME,
                        new HandshakeHandler(TlsSystemConfig.tlsMode))
                    .addLast(defaultEventExecutorGroup,
                        new NettyEncoder(),
                        new NettyDecoder(),
                        new IdleStateHandler(0, 0, nettyServerConfig
                            .getServerChannelMaxIdleTimeSeconds()),
                        new NettyConnectManageHandler(),
                        new NettyServerHandler()
                    );
            }
        });
```

ServerBootStrap 的 BossEventLoop 使用的是单线程的 NioEventLoopGroup，workerEventLoop 在 Linux 平台使用的是默认 3 个线程的 EpollEventLoopGroup，

在非 Linux 平台使用的是 3 个线程的 NioEventLoopGroup。在最后几行代码中还可以看到添加了 NettyEncoder 和 NettyDecoder 这两个 Handler。这些 Handler 执行在一个 8 线程的 DefaultEventExecutorGroup 中。

RocketMQ 对通信过程的另一个抽象是 Processor 和 Executor，当接收到一个消息后，直接根据消息的类型调用对应的 Processor 和 Executor，把通信过程和业务逻辑分离开来。我们通过一个 Broker 中的代码段来看看注册 Processor 的过程，如代码清单 13-11 所示。

代码清单13-11　注册Processor

```
public void registerProcessor() {
    /**
     * SendMessageProcessor
     */
    SendMessageProcessor sendProcessor = new SendMessageProcessor(this);
    sendProcessor.registerSendMessageHook(sendMessageHookList);
    sendProcessor.registerConsumeMessageHook(consumeMessageHookList);

    this.remotingServer.registerProcessor(RequestCode.SEND_MESSAGE,
        sendProcessor, this.sendMessageExecutor);
    this.remotingServer.registerProcessor(RequestCode.SEND_MESSAGE_V2,
        sendProcessor, this.sendMessageExecutor);
    this.remotingServer.registerProcessor(RequestCode.SEND_BATCH_MESSAGE,
        sendProcessor, this.sendMessageExecutor);
    this.remotingServer.registerProcessor(RequestCode
        .CONSUMER_SEND_MSG_BACK, sendProcessor, this
        .sendMessageExecutor);
```

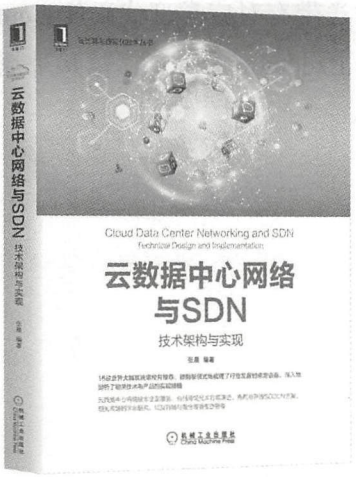
注册 Processor 示例代码段来自 org.apache.rocketmq.broker 包中的 BrokerController 类，可以看出通过 RocketMQ 所做的抽象、通信逻辑和信息处理逻辑被分离开，使结构变得非常清晰。

13.5　本章小结

本章介绍了 RocketMQ 底层通信的实现机制，由于它是基于 Netty 来实现

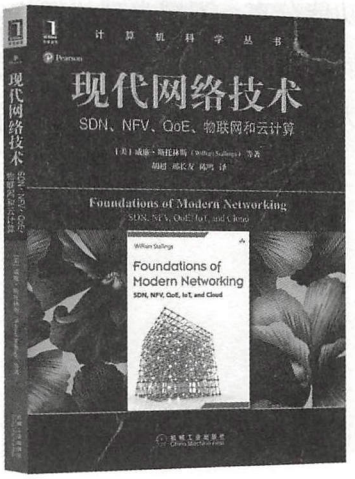
的，所以首先介绍了 Netty 的基础知识。Netty 被用在很多开源软件的底层通信部分，RocketMQ 以 Netty 为基础，还实现了一种机制，把通信功能和消息处理功能分离，不同类型的通信内容被抽象成发送带有对应类型代码的 Command，同时根据类型代码查找对应的 Processor 和 Executor 来执行，结构非常清晰，为我们自己实现网络通信程序提供了参考。

推荐阅读



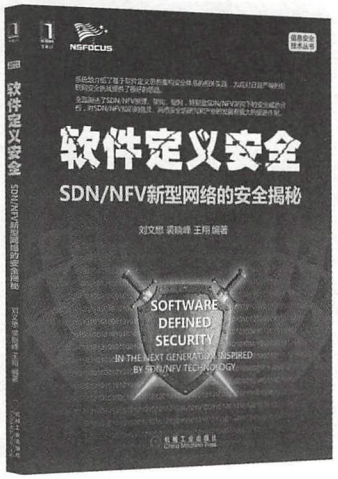
云数据中心网络与SDN：技术架构与实现

作者：张晨 编著 ISBN：978-7-111-59121-4 定价：119.00元



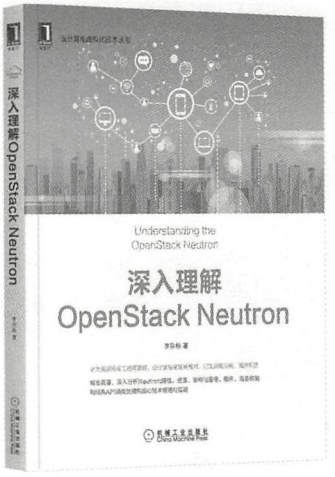
现代网络技术：SDN、NFV、QoE、物联网和云计算

作者：威廉·斯托林斯 等 ISBN：978-7-111-58664-7 定价：99.00元



软件定义安全：SDN/NFV新型网络的安全揭秘

作者：刘文懋 裘晓峰 王翔 编著 ISBN：978-7-111-54836-2 定价：59.00元

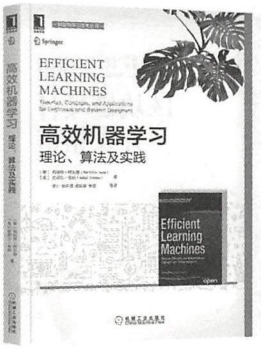


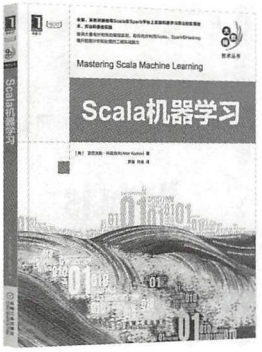
深入理解OpenStack Neutron

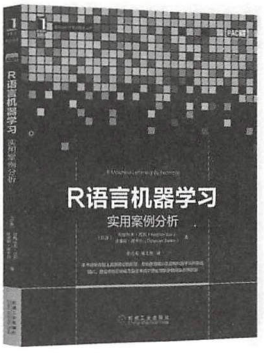
作者：李宗标 ISBN：978-7-111-58448-3 定价：89.00元

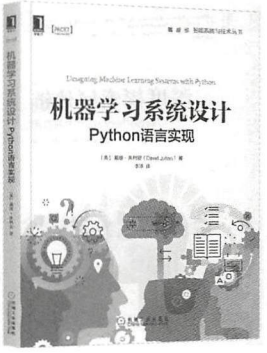
推荐阅读

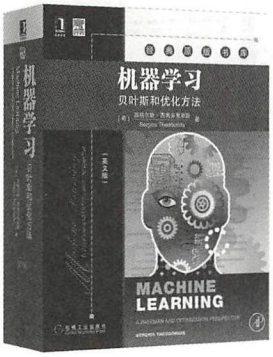
机器学习系列



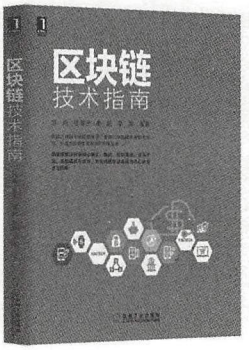


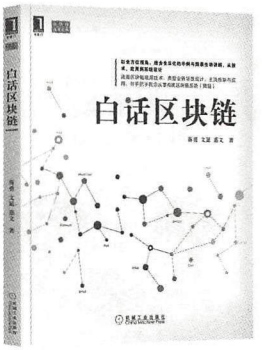


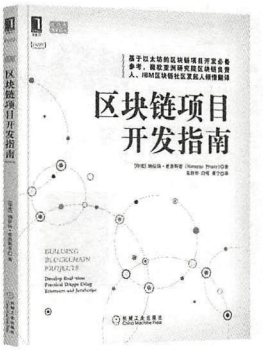


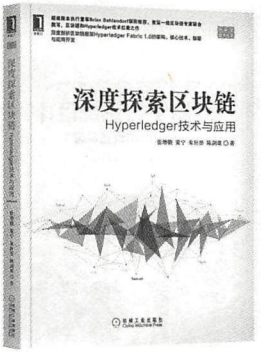


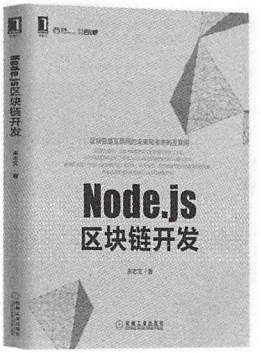
推荐阅读

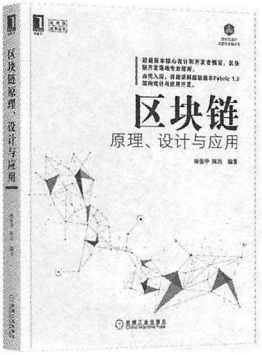


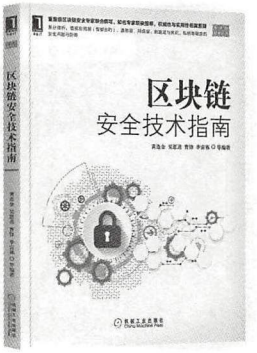












作者简介

杨开元

阿里巴巴数据专家，毕业于北京大学，有10年IT行业研发经验。对RocketMQ有深入的研究，是RocketMQ源码贡献者。曾就职于甲骨文和猎豹移动，专注于大数据和实时计算。在大量的工作实践中，对MySQL、J2EE、JVM、Spring、Hadoop、Kafka、Storm、Flink都有深入研究。喜欢剖析源码，分析原理，为开源项目贡献代码。

云栖社区

云栖社区是面向开发者的开放型技术平台，服务于云计算技术全生态。包含博客、问答、培训、设计研发、资源下载等产品，以分享专业、优质、高效的技术为己任，帮助技术人快速成长与发展。

欢迎关注云栖社区微信公众号：yunqiinsight
打开精彩代码生活！

封面设计：王建敏

从2013年开源至今，RocketMQ承载了阿里巴巴数年“双11”的峰值流量，并且被业界多个大型互联网公司、大型央企和金融证券系统广泛使用。本书从开发和运维的双重视角对RocketMQ做了详细的阐述，既能满足入门读者的需求，又能满足需要通过源代码了解RocketMQ工作原理的中高端读者的需求。

—— **王小瑞** 阿里巴巴资深技术专家/Apache RocketMQ PMC Chair

这是一本非常具有实战意义的手册，可以帮助工程师快速了解RocketMQ并展开实操。理论清晰，案例实用，体现了作者深厚的技术功底。

—— **夏振宇** 微瑞思创董事长

消息中间件是分布式系统中依赖最广泛的中间件产品，作为Apache中间件顶级项目，RocketMQ已经经历了众多大型互联网公司的线上检验，不论是从可靠性还是吞吐量上都得到广泛的认可。相信这本书的出版，对正在使用和计划研究RockemMQ技术的开发者来说是个大大的福音。

—— **王晓东** 凤凰金融高级副总裁

消息队列是重要的中间件之一，已经成为大型应用不可或缺的组件。本书从原理和应用的角度对RocketMQ进行了详细的讲解，无论是入门还是进阶，本书都可以作为你的良师益友。

—— **张彦龙** 滴滴出行高级数据专家

作者在RocketMQ领域有多年的一线开发、调优经验，他将以独到的方式带领你走上RocketMQ的进阶之路。本书可以帮助开发者，更加高效、快速地构建起分布式服务，将工程师从服务稳定性、分布式事务一致性的桎梏中解放出来。

—— **耿嘉安** 360大数据专家

阿里自研的分布式消息中间件RocketMQ已是Apache软件基金会顶级项目。在“双11”大促中消息容量达到万亿级，适合电商、金融、大数据以及物联网领域。在如今技术自主可控的发展趋势下，相信RocketMQ会帮助更多开发者实现实践创新。

—— **郭雪梅** 云栖社区总编

上架指导：计算机/程序设计
ISBN 978-7-111-60025-1
9 787111 600251
定价：59.00元

投稿热线：(010) 88379604
客服热线：(010) 88379426 88361066
购书热线：(010) 68326294 88379649 68995259

华章网站：www.hzbook.com
网上购书：www.china-pub.com
数字阅读：www.hzmedia.com.cn